

EDUQ
8870672/681

**CENTRE INTERDISCIPLINAIRE DE RECHERCHES SUR
L'APPRENTISSAGE ET LE DEVELOPPEMENT EN EDUCATION**

ciirade



Université du Québec à Montréal

Niveau(x) d'enseignement: 0
Centre d'intérêt: 072

Numéro EDUQ : 6870672

Furth, Hans G.

Panel sur "Beyond Piaget : learning, constructivism and representation" / par Hans G. Furth, Jean-Claude Brief et Michael Schleifer. -- [Montréal] : UQAM, CIRADE, 1986.

[20] p. : 29 cm. -- (Séminaire sur la représentation ; 12)

"La publication de ce séminaire est rendue possible grâce à une subvention du fonds FCAR et à l'apport de la fondation UQAM". Comprend du texte en anglais. Bibliogr. : p. [19].

Vedette(s)-secondaire(s): Brief, Jean-Claude * Schleifer, Michael * Université du Québec à Montréal. Centre interdisciplinaire de recherches sur l'apprentissage et le développement en éducation

Descripteur(s): Connaissance * Epistémologie * Symbole * Développement cognitif

Identificateur(s) de nom: Piaget, Jean

Identificateur(s) de sujet: Représentation * Constructivisme

Le rapport du séminaire sur "Beyond Piaget: learning, constructivism and representation" comprend trois courts articles. Le premier traite de la représentation dans la théorie de Piaget. L'auteur montre comment la représentation peut s'adapter à la théorie de la connaissance chez Piaget; il traite successivement de la théorie de la formation du symbole chez Piaget et des symboles et de la logique. Le deuxième article a pour titre: "Représentation et présentation: une interprétation épistémologique de la psychologie génétique piagétienne". Il montre que le statut épistémologique de l'objet se scinde, dans l'optique piagétienne, en deux visions distinctes; l'une où il est représenté, l'autre qui le présente. Enfin, le troisième article, très bref: "Colloquium Remarks: Symposium: "Beyond Piaget" souligne l'accord des deux premiers articles sur l'importance des représentations mentales par rapport à la connaissance, et fait remarquer que, malgré quelques désaccords, l'approche des trois panélistes n'est pas behavioriste.

Type de document: r

Niveau(x) d'enseignement: 0
Centre d'intérêt: 072

Numéro EDUQ : 8870673

Bialystok, Ellen.

Frames of reference for coding spatial relations / par Ellen Bialystok.

-- [Montréal] : UQAM, CIRADE, 1986.

[8] p. ; 28 cm. -- (Séminaire sur la représentation ; 13)

"La publication de ce séminaire est rendue possible grâce à une subvention du fonds FCAR". Bibliogr.: p. [6].

Vedette(s)-secondaire(s): Université du Québec à Montréal. Centre interdisciplinaire de recherches sur l'apprentissage et le développement en éducation

Descripteur(s): Développement cognitif * Espace * Primaire (Ordre d'enseignement)

Identificateur(s) de sujet: Représentation mentale

Le développement de l'habileté des enfants à transformer mentalement des arrangements spatiaux est depuis longtemps une façon de mesurer leur développement cognitif. Quels sont les processus mentaux impliqués pour exécuter des transformations spatiales et comment ces processus se développent-ils? L'article rend compte d'une expérimentation faite avec 48 enfants de 9 et 11 ans, à Toronto, pour tenter de percevoir ces processus mentaux.

Type de document: r

Niveau(x) d'enseignement: 3
Centre d'intérêt: 072

Numéro EDUQ : 6870674

Dansereau, Stéphanie.

Problèmes sémiologiques posés par le récit verbo-iconique : méthode d'investigation pour cerner la compréhension d'un message narratif, offert à la télévision, par des jeunes enfants / par Stéphanie Dansereau.
-- [Montréal] : UQAM, CIRADE, 1986.

[23] p. ; 26 cm. -- (Séminaire sur la représentation ; 14)

"La publication de ce séminaire est rendue possible grâce à une subvention du fonds FCAR". Résumé: p. [2]. Notes (part. bibliogr.) au bas des p.

Vedette(s)-secondaire(s): Université du Québec à Montréal. Centre interdisciplinaire de recherches sur l'apprentissage et le développement en éducation

Descripteur(s): Développement cognitif * Télévision * Compréhension * Méthode d'analyse * Primaire (Ordre d'enseignement)

Identificateur(s) de sujet: Récit

L'article rend compte d'une recherche qui s'est intéressée aux structures narratives des récits d'enfants, âgés de 6 et 8 ans, obtenus à partir d'un récit présenté à la télévision, et aux codes les supportant. Il tend à démontrer que les écarts diagétiques, par rapport au récit type, ne sont pas signes de chaos ou d'incohérence mais signes de processus opératoires divers et de richesse narrative. L'originalité de la recherche réside dans une approche non normative de l'univers des récits produits par les enfants et dans une méthodologie qui visait à s'adapter à la dimension iconique des récits présentés à la télévision.

Type de document: r

Niveau(x) d'enseignement: 3
Centre d'intérêt: 751

Numéro EDUG : 6870675

Reinwein, Joachim

Analyse comparative de l'effet de l'illustration sur la lisibilité de six textes illustrés / par Joachim Reinwein. -- [Montréal] : UQAM, CIRADE, 1996.

(551 p. : ill. ; 28 cm. -- (Séminaire sur la représentation ; 15)

"La publication de ce séminaire est rendue possible grâce à une subvention du fonds FCAR". Bibliogr. : p. [40-45].

Vedette(s)-secondaire(s): Université du Québec à Montréal. Centre interdisciplinaire de recherches sur l'apprentissage et le développement en éducation

Descripteur(s): Français (Langue) * Apprentissage de la lecture * Illustration * Revue de la recherche * Test de closure * Primaire (Ordre d'enseignement)

En 1966 paraissaient, sous le titre "Let's read", plusieurs livres de lecture qui avaient la particularité de ne contenir aucune illustration. Les auteurs de ces livres défendaient le point de vue que l'apprentissage de la lecture se réalise mieux sans la présence distrayante de l'illustration. De nos jours, peu de praticiens partagent ce point de vue; les livres scolaires sont, plus que jamais, illustrés. Divers codes picturaux cohabitent de façon variée avec le texte écrit. Tout porte à croire que la présence des divers codes picturaux dans la communication écrite n'est pas gratuite et qu'ils jouent effectivement un rôle que l'écrit n'est pas en mesure d'assumer adéquatement. L'article essaie de montrer comment l'effet de l'illustration sur le lecteur d'un texte illustré peut être mesuré. Plus précisément, il présente et justifie un instrument de mesure - le test de closure - permettant de répondre aux questions suivantes: Comment déterminer l'apport de l'illustration dans la compréhension d'un texte? Quelle est l'ampleur de l'effet d'illustration? Est-il positif ou négatif? L'effet pictural d'un texte donné est-il supérieur ou inférieur à celui d'un autre texte?

Type de document: r

Niveau(x) d'enseignement: 3
Centre d'intérêt: 841

Numéro EDUQ : 8870676

Lemoyne, Gisèle.

Représentations imagées d'expressions relationnelles mathématiques chez des élèves du second cycle du primaire : examen des caractéristiques de ces représentations et des procédés utilisés pour en préciser le sens / par Gisèle Lemoyne et Lisa Savard. -- [Montréal] : UQAM, CIRADE, 1987. [13] p. : ill. ; 28 cm. -- (Séminaire sur la représentation ; 16)

"La publication de ce séminaire est rendue possible grâce à une subvention du fonds FCAR". Bibliogr. : p. [8].

Vedette(s)-secondaire(s): Savard, Lisa * Université du Québec à Montréal. Centre interdisciplinaire de recherches sur l'apprentissage et le développement en éducation

Descripteur(s): Mathématiques * Résolution de problèmes * Primaire (Ordre d'enseignement)

Identificateur(s) de sujet: Représentation imagée

L'article rend compte d'une expérimentation qui a été conduite auprès de 40 élèves du second cycle du primaire. Les objectifs de l'expérimentation étaient: 1. de caractériser les représentations imagées d'expressions relationnelles mathématiques produites par ces élèves; 2. de dégager les critères de reconnaissance des représentations de ces sujets; 3. d'identifier les relations entre les habiletés à représenter les expressions mathématiques relationnelles et les habiletés à évaluer diverses représentations de ces expressions. Dans l'article, seules les caractéristiques des représentations imagées produites par les élèves sont examinées, et une attention particulière est accordée à l'examen des procédés utilisés par les élèves pour préciser le sens des représentations ou en faciliter l'interprétations. L'expérimentation a montré que les représentations relationnelles mathématiques produites par les élèves sont dans l'ensemble schématiques, conventionnelles et peu précises. Parmi les procédés utilisés, le monologue et le texte descriptif sont privilégiés et s'avèrent efficaces.

Type de document: r

Niveau(x) d'enseignement: J
Centre d'intérêt: 841

Numéro EDUQ : 8870677

Apprentissage du LOGO et problèmes de représentation des connaissances /
par Pascales Blouin ... [et al.], -- [Montréal] : UQAM, CIRADE, 1987.
(291 p. : ill. ; 28 cm. -- (Séminaire sur la représentation ; 17)

"La publication de ce séminaire est rendue possible grâce à une
subvention du fonds FCAR". Comprend du texte en anglais. Bibliogr. à la
fin des textes.

Vedette(s)-secondaire(s): Blouin, Pascale * Université du Québec à
Montréal. Centre interdisciplinaire de recherches sur l'apprentissage et
le développement en éducation

Descripteur(s): Mathématiques * Développement cognitif * Enseignement
assisté par ordinateur * Géométrie * Primaire (Ordre d'enseignement)

Identificateur(s) de sujet: LOGO (Langage de programmation) *
Représentation

L'environnement de programmation LOGO constitue un domaine
privilegié pour analyser le rôle des conflits cognitifs et les obstacles
épistémologiques dans l'élaboration des connaissances. L'ouvrage réunit
trois articles sur le sujet. Le premier rend compte d'une expérimentation
faite avec cinq élèves de 9 et 10 ans. Elle avait pour but principal
d'analyser le développement des représentations des notions de boucle, de
variable, de procédure et d'interface chez ces enfants qui furent soumis
à un enseignement du langage LOGO selon une méthode exploitant les
notions de conflit cognitif et d'obstacle. Un deuxième article porte sur
les critères et les techniques utilisés par les élèves, à mesure qu'ils
se perfectionnent en LOGO, pour déterminer les valeurs à affecter aux
angles et aux segments de figures géométriques et sur leur capacité à les
exprimer en termes relationnels. Un troisième article traite de la
représentation des procédures chez les enfants qui utilisent le langage
LOGO.

Type de document: r

Niveau(x) d'enseignement: 0
Centre d'intérêt: 072

Numéro EDUQ : 0070670

Jacquinot, Geneviève.

Images et représentation pour une théorie de l'apprentissage par les médias / par Geneviève Jacquinot. -- [Montréal] : UQAM, CIRADE, 1987. [15] p. ; 26 cm. -- (Séminaire sur la représentation ; 18)

"La publication de ce séminaire est rendue possible grâce à une subvention du fonds FCAR". Bibliogr.: p. [14-15].

Vedette(s)-secondaire(s): Université du Québec à Montréal. Centre interdisciplinaire de recherches sur l'apprentissage et le développement en éducation

Descripteur(s): Image * Théorie de l'apprentissage * Médias

Identificateur(s) de sujet: Représentation

L'auteure délimite, dans un premier temps, le champ du concept représentation et rappelle ce que l'on sait de l'image matérielle. Elle montre, ensuite, la nécessité d'une théorie de l'apprentissage qui ne prenne pas appui sur la seule médiation verbale, et indique les postulats que cette théorie implique. Elle tente, enfin, de situer quelques-uns des secteurs de recherche ouverts par cette réflexion sur le rôle des médias dans l'éducation.

Type de document: r

Niveau(x) d'enseignement: 4
Centre d'intérêt: 841

Numéro EDUR : 8870679

Girardon, Catherine.

Les aspects procéduraux et temporels sous-jacents à la représentation des transformations / par Catherine Girardon et Claude Janvier. -- [Montréal] : UQAM, CIRADE, 1987.
[32] p. : ill. ; 20 cm. -- (Séminaire sur la représentation ; 19)

"La publication de ce séminaire est rendue possible grâce à une subvention du fonds FCAR". Bibliogr. : p. [32].

Vedette(s)-secondaire(s): Janvier, Claude * Université du Québec à Montréal. Centre interdisciplinaire de recherches sur l'apprentissage et le développement en éducation

Descripteur(s): Mathématiques * Résolution de problèmes * Secondaire (Ordre d'enseignement)

Identificateur(s) de sujet: Représentation * Transformation

L'idée de transformation traduit le processus par lequel une entité subit un changement en passant d'un état initial à un état final. Tout au long de cet article les auteurs considèrent les transformations comme des représentations internes (conceptions) évoquées par des flèches utilisées dans plusieurs diagrammes. Ils font une distinction entre une façon temporelle et une façon procédurale de concevoir ces phénomènes de transformation. Les stratégies de résolution de problèmes requièrent, à leur avis, une utilisation assez souple de l'une ou l'autre conception. La question centrale de leur recherche est de voir si un certain type d'enseignement des mathématiques ne vient pas contrecarrer l'habileté à utiliser de façon flexible ces deux formes de conceptions.

Type de document: r

Niveau(x) d'enseignement: 4
Centre d'intérêt: 841

Numéro EDUG : 8870680

Morand, Jean-Charles.

Le développement de conceptions primitives de la notion de cercle à l'aide d'un logiciel / par Jean-Charles Morand et Claude Janvier. -- [Montréal] : UQAM, CIRADE, 1987.

[35] p. : ill. ; 28 cm. -- (Séminaire sur la représentation ; 20)

"La publication de ce séminaire est rendue possible grâce à une subvention du fonds FCAR". Bibliogr. : p. [24].

Vedette(s)-secondaire(s): Janvier, Claude * Université du Québec à Montréal. Centre interdisciplinaire de recherches sur l'apprentissage et le développement en éducation

Descripteur(s): Géométrie * Enseignement assisté par ordinateur * Secondaire (Ordre d'enseignement)

Identificateur(s) de sujet: Cercle * Conception

L'article rend compte d'une pré-expérimentation réalisée en 1984 et d'une expérimentation réalisée en 1986 avec des étudiants du secondaire pour vérifier les conceptions du cercle chez ces étudiants et pour déterminer le rôle d'un didacticiel sur l'évolution et le développement des conceptions relatives au cercle. L'expérimentation a montré qu'il était bien difficile de préciser le rôle spécifique du logiciel dans l'évolution observée chez les étudiants. Elle montre la difficulté de mettre au point un logiciel en vue de développer l'utilisation spécifique d'une conception. Certes, le logiciel peut favoriser le développement d'une conception sur le plan cognitif, mais il est très délicat de vérifier cette acquisition par une épreuve subséquente.

Type de document: r

Niveau(x) d'enseignement: 0
Centre d'intérêt: 840

Numéro EDUQ : 8870681

Jacobi, Daniel.

Figurabilité et procédures de visualisation dans les discours de vulgarisation scientifique / par Daniel Jacobi. -- [Montréal] : UQAM, CIRADE, 1987.

[17] p. : ill. ; 28 cm. -- (Séminaire sur la représentation ; 21)

"La publication de ce séminaire est rendue possible grâce à une subvention du fonds FCAR". Bibliogr. : p. [17].

Vedette(s)-secondaire(s): Université du Québec à Montréal. Centre interdisciplinaire de recherches sur l'apprentissage et le développement en éducation

Descripteur(s): Illustration + Information scientifique et technique

Identificateur(s) de sujet: Vulgarisation scientifique + Figurabilité + Visualisation

Tout lecteur familier de la littérature scientifique a noté que l'illustration est une composante importante de ces documents. Les revues de vulgarisation scientifique ne font pas exception: elles accordent une place importante à l'image. Quel est le rôle spécifique de l'imagerie dans le discours de vulgarisation scientifique? L'auteur n'aborde qu'un point de ce vaste sujet: la figurabilité et les procédures de visualisation. Par procédures de visualisation, il entend les ressources iconiques mobilisées par un vulgarisateur afin de rendre figurables des notions ou des concepts par essence abstraits. Pour dresser un catalogue de ces procédures, il distingue trois registres distincts qu'il va décrire successivement: 1. la réification et l'animation; 2. le détour par une figure rhétorique et 3. la prise en considération de la figurabilité.

Type de document: r

**Séminaires du CIRADE
sur la Représentation**

1986-1987

N° 11 à 21

Table des matières

n°12	Panel sur "Beyond Piaget: learning, constructivism and representation". Par Hans G. Furth (Center for the Study of Youth Development, Catholic University of America), Jean-Claude Brief (Département des Sciences de l'Éducation, UQAM), Michael Schaefer (CIRADE, Université du Québec à Montréal)	4
n°13	Frames of Reference for coding spatial relations. Par Ellen Bialystok (Department of Psychology, York University)	24
n°14	Problèmes sémiologiques posés par le récit verbo-iconique: méthode d'investigation pour cerner la compréhension d'un message narratif, offert à la télévision, par des jeunes enfants. Par Stéphanie Dansereau (Département des Sciences de l'Éducation, Université du Québec à Montréal)	34
n°15	Analyse comparative de l'effet de l'illustration sur la lisibilité de six textes illustrés. Par Joachim Reinwein (Département de Linguistique, Université du Québec à Montréal)	57
n°16	Représentations imagées d'expressions relationnelles mathématiques chez des élèves du second cycle du primaire: examen des caractéristiques de ces représentations et des procédés utilisés pour en préciser le sens. Par Gisèle Lemoyne et Lisa Savard (CIRADE-UQAM, Université de Montréal)	111
n°17	Apprentissage du Logo et problème de représentation des connaissances. Par Pascale Blouin et Gisèle Lemoyne (CIRADE-UQAM, Université de Montréal) Joël Hillel (Université de Concordia), Jean-Luc Gurtner (Université de Fribourg)	125
n°18	Images et Représentation: pour une théorie de l'apprentissage par les médias. Par Geneviève Jacquinot (Département des Sciences de l'Éducation, Université de Paris VIII, FRANCE)	154
n°19	Les aspects procéduraux et temporels sous-jacents à la représentation des transformations. Par Catherine Girardon et Claude Janvier (CIRADE, Université du Québec à Montréal)	169
n°20	Le développement de conceptions primitives de la notion de cercle à l'aide d'un logiciel. Jean-Charles Morand et Claude Janvier (CIRADE, Université du Québec à Montréal)	202
n°21	Figurabilité et procédures de visualisation dans les discours de vulgarisation scientifique. Par Daniel Jacobi (Département éducation permanente, INPSA Dijon)	233

**Panel sur "Beyond Piaget:
learning, constructivism
and representation"**

par Hans G. Furth,
Center for the Study of Youth Development,
Catholic University of America,
Jean-Claude Brief
Département des Sciences de l'éducation,
UQAM
et Michael Schleifer,
CIRADE, UQAM

Séminaire sur la Représentation

14 octobre 1986 - n^o, 12

Note: La publication de ce séminaire est rendue possible
grâce à une subvention du fonds FCAR et à
l'apport de la fondation UQAM.

Representation in Piaget's Theory

**Hans G. Furth - Center for the Study of Youth Development -
Catholic University of America**

The word "representation" was coined by philosophers around 1600 when the medieval theory of intentionality was no longer a viable model for describing the nature of human knowledge. It referred to the human ability "to re-present" (*rem praesentem facere*), that is, to a knowledge of objects not present as sensorimotor objects-of-actions. Thus representational knowledge was distinguished from sensory knowledge, the concept from the percept.

Today, this distinction is no longer too meaningful, yet the word "representation" continues to be used, especially in connection with the flourishing new computer-oriented cognitive science, information processing and cognitive brain research. It is implicitly part of a crude "copy-" or "correspondence-theory" of knowledge, in the sense that (internal) knowledge is conceptualized as an internalized model of (external) reality. Representation is then conceived either as something psychological, a covert act, a fractional, abbreviated response, or as something neurological related to specific brain circuits or synaptic connections. Usually these two levels are not sharply distinguished: many scholars feel quite comfortable with the idea that knowledge is "in the brain".

Apart from this philosophical connotation, there is also the everyday use of the word in the legal and political arena, and above all, the ordinary meaning of a pictorial, figurative likeness: "This picture or this play is a representation of..." Compare this with the copy-theory mentioned above: "(Internal) knowledge is a representation of (external) reality." Clearly, "representation" in ordinary language has many different meanings. When it is used in the context of critically describing or explaining knowledge processes, it seems incumbent on the investigator to bring some conceptual clarity to this word. This is probably not possible without a fairly comprehensive theory of knowledge within which the function of representation can be clearly delineated.

Piaget's Theory of Symbol Formation

Piaget's is nothing if not one comprehensive, all-encompassing theory of knowledge. How does representation fit into the theory? In his book on symbol formation (Piaget, 1951) he stated it as

follows. In the wide sense representation is identical with thought, that is, all intelligence beyond the sensorimotor stage; in the strict sense, it is a mental image of an absent reality. He goes on to say that the image is a symbolic evocation. As a symbol the image is a signifier that refers to thought; that is, representation in the strict sense has its meaning in representation in the wide sense.

Whereas other scholars use representation to "explain" thought, for Piaget, on the contrary, thought "explains" representation. Moreover, thought itself is explained as an object (of knowledge) which develops during the first two years from the infant's original object-of action. Knowledge for Piaget is never conceptualized as an image (remember that the word idea derives from the Greek word for image) but is always linked to action. Sensorimotor knowledge is the coordination of a present action within which there is a sensory or perceptual component, of course. But perception at this level is not an isolated taking-in of sensory information. Rather it is a sensorimotor action and has meaning to the child in terms of action. In Piaget's terminology: an object-of-action is assimilated to the child's action schemes, at the same time as schemes are accommodated to the object. There is no initial "pure" perception which then leads to further processing in terms of action, somewhat like a temporal sequence of (incoming) sense impression-perception-(outgoing) action. Only later in development, through progressive assimilation-accommodation differentiation and integration, infants come to understand that the source of assimilation (the subject acting on the object) and the source of accommodation (the object impinging on the acting subject) are separable. This is the origin of what Piaget calls the "permanent" (i.e., stable) object.

Once object understanding is fully achieved around age two, children experience a new psychological reality, namely, the world of objects-of-knowledge. These objects, as said above, derive from previously encountered objects-of-actions. They are separable from a present action, but still they are linked to action; you can call them objects of a possible action, in contrast to sensorimotor objects of a present action. Note that object understanding is not a particular knowledge of a specific content, rather it is a general logical achievement, the culmination of sensorimotor logic. It is the transition from the logic of action to a qualitatively new kind of conscious logic. Four to five years later this initial logical achievement will lead first to the logic of concrete operations with its concomitant awareness of logical necessity and subsequently to the full-blown logic of formal operations.

The immediate consequence of the logic of the permanent object is the ability to make absent objects psychologically present. Driven by the pleasure experienced in the object and desirous of re-living past satisfying interpersonal relations or defending against unpleasant anxiety, children after age two use this new ability. This can be observed first in external gestures and play and it is quickly

followed by internal images, imagination and fantasy. There is also a new form of socially shared communication, namely, societal language. These then are the three major forms of what Piaget called the "symbolic" function: symbolic gestures, internal images, shared language. He later changed the name to the "semiotic" function so that he could put language as a conventional symbol system apart from the first two more idiosyncratic symbol forms. Leaving this last distinction aside (which unfortunately leads itself to the very misinterpretation concerning the symbol-thought connection Piaget wanted to avoid) I want to stress the common features and the new psychological experience across all symbolic forms. In symbol formation the present action world is enlarged in the direction of the indefinite openness of possible actions, to the presentation of present actions is added the representation of possible actions.

Consistent with this view I would suggest that representation is equivalent to what Piaget calls symbol and that both words can be used in exactly the same way (Furth, 1981, pp. 51-59). A child in play pretending to be an airplane can be said to symbolize or to represent an airplane. Likewise the same child day dreaming of airplanes is said by Piaget to have internalized previously external play gestures. The internalization of external symbols is the origin of mental images or, what is the same internal representation. You may not like to call language a representation (or a symbol) if you distinguish, as Piaget later did, between a conventional sign and an idiosyncratic symbol. However, when language is internalized (a silent talking within oneself), there should be no objection to refer to inner speech, just like to mental images, as internal symbols or representation.

Elaborating further on Piaget's theory, consider that external symbols in themselves derive from the accommodation component of knowledge. Consequently, there is a built-in figurative-imitative correspondence of sorts between the symbol and the object symbolized (e.g., between the child's play and the airplane's configuration and movements). In symbol formation this original accommodation component (adjusted to a present non-symbolic action) is turned into a symbol (of the symbolized object of the action). But this turn is not an automatic, self-explanatory act. Accommodation becomes symbolic if and only if there is a present assimilation to the operative scheme of the (permanent) object. This object assimilation gives meaning to the symbol and where there is no object there is no symbol. For that reason object formation is the prerequisite to symbol formation. A (previous) accommodation provides the material component of the symbol as a signifier, a (present) object assimilation provides the meaning component, the signification of the symbol. Together they form the symbol. Where the symbolic accommodation is overt, there is observable gesture or spoken (or signed) and written language; where the accommodation is covert and internal-schematic, there is mental image or inner language.

Symbols and logic

From this perspective it follows that the meaning of a symbol is as good as (and cannot be better than) the available schemes of assimilation. Further, there is no built-in correspondence between a particular symbol type and meaningful understanding, such that linguistic or internalized symbols automatically would be superior to gestures or external symbols.

This is not to say that for a particular task at hand a particular form of symbol--or representation--may be required or advantageous or simply better than another form. In fact flexibility in the choice of symbol-type (like in the choice of instances) is frequently a mark of superior knowledge. Undoubtedly there are great individual differences and personal strategies in the availability and use of representation; educators and researchers are beginning to be aware and take account of this diversity. Here is one reason for the great variability in each personalized understanding of the same "fact", insofar as different representations may implicate different and perhaps better ways of understanding.

What then is the relation between logic and representation? It was said earlier that there is no automatic relation between the two, except that object logic is the minimum prerequisite for symbol knowledge. Symbols signify objects-of-knowledge. This is in contrast to sensorimotor signifiers, such as signals, cues, index, that signify objects-of-action. Sensorimotor intelligence includes signal communication, perceptual cues, reward learning, recognition memory; in each case the signal, the cue, the reward and the memory are part of present actions (or present bodily needs). This signifying situation can be expressed as a familiar sensorimotor accommodation where familiar implies an acquired habit with its comfortable corresponding assimilation. In sensorimotor signifying acts there is therefore no need to postulate mental representation or images. Furthermore, the logic of action coordination is shaped and constrained by the physiological properties of the body and senses and the physical qualities of the world.

The symbolic world of representation, however, has no such constraints. The sky is the limit, or rather more factually, the desire is the limit and that is precisely what happens. The symbolic world that children after age two construct is at first, from the viewpoint of logical development, a sort of regression. Symbolically children will play or imagine situations they know could not happen in sensorimotor action, for instance, cars racing up a vertical wall. Two- to five-year-old children who have the new ability to form symbols, have yet to develop instruments with which to put some logical order into their representations. These logical instruments are nothing else but Piaget's operations. First there are the concrete operations around age six when children for the first time experience the

constraint of logical necessity; then, around the onset of adolescence, formal operations come into play and with it the limitless opening toward new constructive possibilities.

Consider the difference between pre-operation children who, undisturbed by logical considerations, seem free to construct whatever symbols satisfy their fancy, and adolescents who experience the constraints of logical operations. Who of the two has more freedom? Surely, the adolescents who can use the very constraints of logic as a firm basis for the construction of new knowledge forms and new realities. Clearly the "freedom" of the young children is an illusion (for which there are probably good evolutionary reasons in terms of person- and group-formation); but from an adult viewpoint we would say the children are not free, but are driven to construct mental representations. The inevitable result is the construction of a symbolic world (Furth, 1987) according to the desires and pleasures of the "I" (which the child is only just beginning to recognize as the counterpart of the "object" within the polarity of subject-object, I-other). And equally inevitable is the chaotic nature of this world, chaotic from an emotional angle due to mutually conflicting desires and pervasive ambivalent attitudes; but chaotic and contradictory also from a logical angle.

In this connection arises the need for logical coordination. This need is nourished by the very attachment to other people that fuelled symbol- and fantasy-formation in the first place. In the course of the development of pre-operations and its concomitant symbol formation, children come to realize that in order to share their own psychology with others they must make sure that their most general framework of reality coincides with the logic of others.

Operations are in fact the least common denominator that can be assumed to prevail between any two people, regardless of the greatest imaginable personal differences. As Piaget would put it: "Whether you are rich or poor, socialist or capitalist, clever or slow, the logical structure of numbers, classes, etc. is the same". Just as sensorimotor intelligence is called by Piaget the general coordination of present action, operatory intelligence can be described as the general coordination of possible actions. But what is the status of possible actions, where are they found? Are they real? That depends on your definition of reality. As psychologists we need have no hesitation in saying they are as real as the psychology of symbol-constructing persons; in other words, possible actions are psychologically present in the form of symbols or representation.

References

Furth, H.G. (1981). Piaget and knowledge: theoretical Foundations, University of Chicago Press.

Furth, H.G. (1987). Knowledge as Desire: An essay on Freud and Piaget, Colombia University Press.

Piaget, J. (1951). Play, Dreams and Imitation, Norton.

Représentation et présentation:
une interprétation épistémologique
de la psychologie génétique piagétienne

Jean-Claude Brief, Ph.D., UQAM

Les théories de la connaissance commettent, aux yeux de Piaget, trois impairs sérieux: elles donnent une importance démesurée aux données sensorielles, accordent à la perception un rôle important dans le jeu de la vie mentale et réduisent la pensée consciente à une représentation évocatrice. Pour pallier à ces défauts, Piaget introduit, à travers sa psychologie génétique, l'action comme source privilégiée de toute connaissance et ramène la représentation à un rôle subalterne d'indicateur sémiotique (Piaget et Inhelder, 1966, p. 55). La thèse centrale des travaux menés par Piaget, Inhelder consiste en effet à donner un statut secondaire à la représentation qu'elle déduit de son existence épiphénoménale, la faisant graviter autour du noyau central de la progression intellectuelle. De fait, la révolution permanente animant la connaissance, que nous appelons présentation, s'oppose au fixisme des représentations. Nous reprochons à certains commentateurs avisés tels Mounoud, Von Glasersfeld et Furth de désertier l'esprit piagétien en insérant, chacun à leur façon, une des phases représentationnelles au coeur même de la construction de la réalité.

Posée en termes classiques, la connaissance d'un objet requiert un contact initial dont les conditions existentielles dominent sa perception. Pour en assurer la sauvegarde, des représentations sont mises en jeu sous une forme qui, dans une école de pensée, obéit aux lois de l'esprit et, dans une autre école, est réduite à des engrammes neurophysiologiques. Les contacts avec la réalité s'initient à travers une activité qui enveloppe l'objet dans un cocon multisensoriel où les organes des sens tissent un filet de mieux en mieux assujéti. Le propre de chaque acte est donc de s'achever dans une donnée sensorielle contribuant nécessairement à toute représentation.

L'orthodoxie piagétienne se refuse à asservir l'acte à des fins sensorielles dont il serait le moyen et, fidèle à sa vision génétique, elle octroie à l'acte un rôle déterminant dans l'élaboration du connu. En effet, au sein de cette épistémologie, l'accès au monde est inexorablement supplanté par une construction de la réalité. Ce revirement s'accroît au fur et à mesure que, vis-à-vis des propriétés de cette même réalité, le rôle de la sensation s'estompe au profit de celui de l'action. Bien entendu, la sensation s'efface du domaine de la présentation du réel, tout en gagnant une place de choix dans la représentation des

objets. Il y a donc une polarisation progressive de l'univers cognitif autour de deux niveaux distincts, l'un empirique de par ses arrangements figuraux et l'autre conceptuel de par ses réseaux opérationnels. Au second revient, d'après Piaget, l'honneur de répondre à l'appel biologique de l'intelligence d'assurer la survie. Pour assurer cette survie, celle-ci s'élabore en un instrument de prédiction. Indéniablement, l'individu, capable de prédire, anticipe les événements de manière à contrôler son avenir en écartant le nuisible et en s'appropriant le bénéfique. L'intermédiaire indispensable dans cette construction demeure l'action qui non seulement se dirige vers ce qui a été prévu, mais glane à travers ses répétitions les régularités de l'environnement. L'option piagétienne consiste justement à faire surgir ces régularités, sous forme de conservations, à partir des ensembles d'actions formant des paliers aux structures de plus en plus englobantes.

L'action, source de la vie mentale, se manifeste également sur le plan cognitif par l'échafaudage des deux outils, celui de la symbolisation et celui de la conceptualisation. Pour Piaget, le schisme créé colore toute la pensée et démontre que sa progression obéit aux modalités d'exécutions de cette action. C'est ainsi que l'acte réalisé sur le milieu ramasse des sensations en les organisant en une connaissance empirique, tandis que l'action transformante révèle, dans l'objet, ses propriétés latentes propres à la connaissance opératoire. Piaget introduit une discontinuité entre ces deux connaissances en évacuant totalement les sensations de la pensée formelle qui devient un pur contenant, "L'image n'est point un élément de la pensée" (Piaget, 1968, p. 13). Dans leur domaine respectif, les cognitions opératoires et figuratives évoluent conjointement, même si la hiérarchie perceptuelle demeure un parasite à cause de son statut épiphénoménal. Bien entendu, comme tout parasite, elle joue le rôle de support écologique car elle agence les interactions fructueuses de l'action.

Par ces hiérarchies, Piaget se pose nettement en faux contre les empiristes dont l'unique représentation, d'origine sensorielle, établit en tout temps une copie fidèle d'une réalité qui lui est opposée et qu'elle reflète. La gradation piagétienne démarre à partir d'une phase initiale de contacts indéterminés entre le corps et le milieu. Ce milieu a des retentissements psychiques lorsqu'il devient milieu ambiant et pour cela il doit s'inscrire dans la trame tissée par l'activité humaine. On peut alors parler d'une inscription sensorielle car l'activité organise et entoure le corps autour de l'objet contacté. La primauté de l'activité perceptuelle se traduit donc par une communauté de traits entre l'être, son corps et le milieu. Par exemple, la main tendue se crispe pour posséder l'objet transformé en réalité saisie.

La formation de traits communs entre le corps et le milieu débouche sur une spécificité de l'activité perceptuelle qui caractérise la phase des percepts. Le corps non seulement partage, mais plus justement ressemble tel un caméléon à l'objet dont il épouse les aspérités, aussi bien sur le plan sensoriel

que sur le plan de la forme. Le propre de la représentation, telle qu'entrevue par Piaget, est de garder les traces des métamorphoses subies par l'être agissant. Le corps initialement moulé autour de l'objet se détache de celui-ci pour en garder, comme un décalque, une empreinte qui se traduit ultimement par une trace mentale. La particularité du point de vue piagétien est de voir deux traces qui se séparent progressivement pour former les décalques sensoriels et gestuels dont les rôles cognitifs sont fort distincts. Ce sont ces dérivés perceptuels qui forment un tournant décisif dans l'évolution intellectuelle. En effet, la façon active qui est utilisée pour produire les percepts détermine la pensée structurante, mais débouche sur la représentation symbolique au cours d'un acte simplement fait. Il nous faut donc traiter les deux cas séparément.

L'action transformante crée des entités successives dont la caractéristique est d'être liées selon un ordre irréversible aussi bien sur le plan gestuel que sensoriel. D'ailleurs, l'objet changeant sous l'impulsion de l'acte devient, pour le sujet, habité de forces vives sensorielles qui établissent des priorités gestuelles forçant le déroulement et même l'orientation de l'action elle-même. La seule façon de compenser cette irréversibilité est d'imaginer des actions virtuelles inversant la transformation et révélant ainsi les propriétés constantes.

La connaissance opératoire s'avère donc être une nécessité conservante envers la perte d'identité due aux actes transformants. On comprend mieux le besoin pour Piaget d'aligner l'évolution intellectuelle sur le niveau opératoire réversible lorsque celle-ci est jointe aux actions (Galifret, Granjon, 1981, p. 55). D'autant plus que l'attente d'une transformation force l'objet à se placer dans une gaine dispositionnelle où les phénomènes successifs doivent être conceptualisés pour atteindre le niveau cognitif de propriétés.

L'acte réalisé apparaît tout autre. Il engendre un état figuratif n'ayant ni commencement ni fin, et n'est donc aucunement sujet à inversion virtuelle. Etant, dans ce cas, immédiat, présent, l'état de l'objet se saisit intuitivement et n'exige pas de raisons pour son existence. Ceci n'est pas le cas pour l'objet transformé, soumis à des dispositions qui fournissent des justifications à ses propriétés. En appliquant l'action sur le réel, l'individu se moule autour de l'objet selon un ordre sensoriel particulier à la situation. L'impression obtenue est l'évocation en tant que percept différé mais, cette succession qui contrôle le décalque des sensations s'estompe au fur et à mesure que la forme gestuelle se finalise au cours des expériences multiples. On obtient alors le produit, ou état évoqué de l'objet, dont la configuration demeure statique bien que les données sensorielles soient interchangeable. La succession privilégiée initiale des sensations, envisagée d'une manière métaphorique, est temporellement distribuée autour de l'espace organisé par la constance gestuelle finale où s'inscrivent inversions et variations de ces mêmes

données sensorielles. Il est donc évident que l'acte réalisé, non seulement alimente séquentiellement les sensations, mais aussi épouse l'objet dans une étreinte gestuelle définitive. A l'encontre de la position empiriste où l'intellect offre une copie fidèle du réel présenté, l'option piagétienne exige un corps agissant qui prend la même forme que l'objet et la retient. Fidèle à son enlacement, le corps emprunte sa posture à l'objet et en garde la trace sous la forme d'un décalque psychique. La terminologie piagétienne indique qu'il s'agit d'un corps signifiant détaché de l'objet signifié. Bien entendu, cette référence à un univers sémiotique où les représentations cohabitent fait appel à la capacité mentale de transcender les expériences ponctuelles pour en extraire la régularité d'une forme sous-jacente de l'objet. L'intervention cognitive est nécessaire puisqu'on ne peut faire allusion à une forme représentative qu'après surimposition des gestes effectués lors d'expériences similaires.

En effet, la conduite générale initiant le contact avec l'objet se raffine jusqu'à en épouser fidèlement les détails. Pour qu'il y ait partage des formes ou ressemblance entre le corps et l'objet, un état intermédiaire s'établit sur la base d'ajustements et de rencontres renouvelés donnant libre cours à l'assimilation répétitive. Entre l'aspect général et le raffinement se crée pour l'objet son type qui lui permet de réapparaître de plusieurs façons et en plusieurs occasions. Curieusement, cette fixation dans et par le corps s'effectue grâce au dynamisme de l'être en mouvement. Mû par une énergie insatiable de s'activer, le corps étreint, lors de rencontres multiples, un objet qui se fige en un moule. Le geste répété s'accommode, non pas à des existences passagères, mais à des exemplaires ultimement typifiants. L'imitation, puisque c'est d'elle dont on parle, se déclare donc mimétisme dominant le dynamisme corporel en tant que stéréotype représentatif. Ces détails expliquent nos remarques antérieures où nous déclarions la phase figurale figée dans le présent, sans futur ni passé. Mais pour avoir été présente auparavant, Piaget exige de la représentation qu'elle soit l'agent double du geste divisé en continu gestuel et discontinu sensoriel. Au premier aspect correspond l'imitation et au second, l'image faite de données exteroceptives. Lors de symbolisations subséquentes, le geste, produit en fonction d'une imitation qui est la gestuelle reproduite, entoure les éléments sensoriels initiaux constituant l'image évoquée. Cette synthèse autorise la re-présentation ou connaissance figurale à obtenir le statut de représentation ou connaissance perceptuelle. Ultimement, le langage en découle lorsque grâce aux associations à un signe arbitraire, le symbole opère dans plusieurs situations pour réaliser l'objet typifié. Dans cette évolution, la confusion initiale des activités et des sensations au sein du percept devient articulation en images et imitations. Elles sont ensuite délibérément réunies en gestes et figurations par la symbolisation (Piaget, 1946, p. 68).

Une interprétation assez stricte de l'oeuvre piagétienne nous révèle aux pôles logico-mathématique et empirique de l'arbre de la connaissance des progressions cognitives qui pour l'un

se résument par les fameux stades et pour l'autre évoluent d'une phase d'activité sensorielle à la symbolisation langagière. Dans ce dernier cas, Piaget subordonne la représentation, en tant qu'outil cognitif, aux impératifs de l'évolution conceptuelle. C'est justement ce que ne semble pas reconnaître ses détracteurs aussi bien que nombre de commentateurs bienveillants. Parmi les critiques, Bower (1986) se basant sur un innéisme perceptuel rejette l'étapisme génétique, tandis qu'à l'autre extrême, Bruner (1966) refuse toute réduction épiphénoménale aux langages représentatifs qu'il voit à l'oeuvre dès les balbutiements de la vie intellectuelle et dont le rôle est d'insérer toute donnée dans un ensemble informationnel. L'opposition Bruner-Piaget est importante puisqu'elle démarque la structure représentationnelle innée, se raffinant graduellement dans des fonctions plus élargies, du fonctionnement héréditaire de la pensée s'articulant progressivement en structures ajustées.

Entre les deux extrêmes du perceptualisme de Bower et du langagier de Bruner, les commentateurs apparentés au camp "piagétien", pour se démarquer tendent à insister sur une des phases de la représentation. S'ils ne soutiennent pas fidèlement la séquence allant de la sensation au langage, en passant par la perception, l'image, l'imitation et le symbole, leur analyse accentue la structuration inhérente à une des étapes aux dépens du constructivisme latent liant toute la succession. Tout au long de ce travail, nous questionnons l'à propos de cette dernière précision qui ne nous semble pas marginaliser suffisamment la représentation au profit d'une réalité perpétuellement renouvelée, donc présentée.

Parmi les commentaires les plus récents, ceux de Mounoud, Von Glasersfeld et Furth illustrent opportunément notre critique de par leur biais pour une représentation qui est, respectivement, un langage informationnel, une configuration imitative et une mémoire symbolisée.

Pierre Mounoud (1986) reproche à Piaget le rôle central qu'il attribue à la représentation évocatrice. Il veut y inclure les processus d'identification et de reconnaissance. Pourtant, Piaget insiste sur le jeu de la mémoire vis-à-vis de ces derniers et, s'opposant ainsi à Bruner dont Mounoud semble fortement s'inspirer, y voit une dépendance envers les structures jaillissantes qui en déforment d'une manière adaptative les détails. Le contraste frappe vis-à-vis d'une représentation toujours plus fidèle. Mounoud exige, pour déclencher cette représentation la présence d'indices ponctuels qui éveillent toute la fabrication des schèmes d'actions et qui en retour leur accordent une signification. Chaque contact donne donc lieu à une lecture dont la forme évolue en s'articulant au sein de contenus informatifs progressant du sensoriel, perceptuel, conceptuel au formel.

La terminologie équivoque qui colore d'ailleurs toute la science cognitive contemporaine, trahit la double allégeance envers Bruner et Piaget. De plus, elle révèle une certaine ferveur pour l'intelligence

artificielle et son exécutant, l'ordinateur, qui tous deux reposent sur l'information et la mémoire. Mounoud ne fait aucun secret pour ce penchant et se doit donc de confondre représentation et mémoire. Il accepte en effet que les données structurées soient ramassées en tant qu'information bien plus que construites graduellement, et prône ensuite qu'on les code, les enregistre et bien sûr les rappelle. L'option piagétienne se présente d'une toute autre façon. Les outils cognitifs, en se soumettant aux structures successives, s'y échelonnent comme autant de branches surgissant du tronc central évolutif de la pensée. Spécifiquement la mémoire, la perception et la représentation obéissent à cette évolution et poursuivent des cheminements similaires bien qu'indépendants. Il y a un grand danger pour Mounoud de voir dans ces cheminements, en fonction des corrélations automatiquement significatives, des liens de dépendances.

La thèse de l'image-savoir, reflet fidèle d'une réalité objective, est abandonnée par Ernst Von Glasersfeld (1986) en faveur du savoir-faire. Concrètement, cela signifie qu'un objet offert au regard ne résulte pas en une image, mais est représenté grâce aux traces laissées par les actions qui lui ont donné naissance lors d'une appréhension antérieure. Il n'est donc pas véritablement représenté, mais plutôt re-présenté par une insertion des éléments sensoriels dans un tout où ils obtiennent leur signification et où l'ensemble formé gagne son sens en relation avec le but de la conduite. Sa conception du savoir-faire, bien que fidèle à Piaget, se voit donc donner un rôle représentatif qui, lui, dépasse de par sa centralité l'esprit piagétien. En effet, le savoir-faire qui insère les points de rencontre du corps et du monde dans un réseau d'actions engendre la pensée bien plus qu'il n'est épiphénomène. Ayant évité les embûches, l'esprit résume en une sorte de mappemonde le cheminement des conduites pourchassant ses objectifs. C'est ainsi qu'opère l'aveugle lorsqu'il manœuvre sa canne. On ne sent plus comme chez Piaget le statut subalterne de l'image vis-à-vis de l'organisation et c'est par là que Von Glasersfeld se distingue de Piaget tout en prônant la configuration imitative. Pour lui, l'organisation dépend des actes qui au cours d'expériences antérieures en ont posé les jalons. L'objet ainsi constitué est dépouillé de toute redevance particulière envers un événement, puisque les jalons le bâtissent pour ainsi dire en pointillés. L'esquisse prédomine donc sur le coloris pouvant singulariser les choses. Sur le plan cognitif, l'objet n'est connu qu'en tant qu'exemplaire d'un prototype construit au long des expériences. Pour Von Glasersfeld, la structure explique l'objet en le modélisant et, ce qui est plus crucial encore, l'autorise à apparaître au pluriel dans des discours qui consciemment le ramène à son type. Ce sont des opérations mentales qui donnent accès à "des" objets car ce sont elles qui, en construisant le type d'objet, deviennent source de similarité comparative. Là intervient la "pure" répétition intellectuelle d'une séquence d'opérations formant un programme capable de catégoriser toute entité rencontrée.

Il est donc évident que la représentation se divise en deux cas re-présentés; l'un où l'objet est appréhendé et l'autre où il est manipulé mentalement. La chose est possible dans ce dernier cas grâce à

la répétition des conduites qui entourent l'objet, le contactent et lui accordent ensuite un sens. Il ne faut pas oublier que l'objet est d'abord un quelque chose d'indéterminé qui se définit au sein de programmes structurés à l'aide de jalons sensoriels ou construits en une succession d'actes bien établis. L'origine de la représentation se trouve donc, pour Von Glasersfeld, dans les mêmes gestes utilisés et acceptés par consensus social et non pas dans les mêmes images internes et subjectives. Accaparé par l'axe central de la cognition, l'objet représenté et reconnu existe en tant que métaphore de type catégoriel qui se crée à partir des activités qui en permettent l'appréhension. L'ersatz marginal du monde des représentations cher à Piaget est finalement rendu caduque dans cette option.

La position présentée par Hans Furth (1986) incorpore également les étapes distinctes de la représentation, telle que décrite par Piaget, en une structure centralisée où la mémoire règne. Il imbrique les éléments sensoriels dans la gestuelle pour former une représentation qui est simultanément figuration singulière de l'objet appréhendé antérieurement et schème opératoire de sa reconstruction présente. Mais l'ambivalence demeure car dans la plus pure tradition génétique, Furth entrevoit une représentation lorsque l'objet accommodé se sépare du sujet assimilant. Cette brèche ouverte entre le réel et le sujet connaissant permet de placer comme intermédiaire progressivement formé la construction figurée qui fonde toute fonction symbolique (Furth, 1969, p. 86). En effet, tout acte réalisé devient une procédure qui au delà d'une prise de contact reproduit les contours d'un objet hors de sa présence. Les conditions spécifiques de la rencontre initiale sont sujettes à une duplication mentale donnant naissance à l'image interne qui met littéralement au courant d'un état antérieur (Furth, 1969, p. 140). L'objet, activement construit dans l'optique piagétienne, se connaît grâce à l'usage répété du même schème qui le reconstruit et donc le reconnaît au cours d'expériences subséquentes. Néanmoins, l'absence de l'objet lors de la reconstruction d'un acte effectivement réalisé sur le monde accorde à la reconnaissance toute l'ampleur des actions possibles du schème mis en oeuvre. Ceci attribue en prime à l'objet le sentiment d'être attendu, objet qui, par l'image, devient permanent et, par le geste, s'auréole d'une signification symbolique. Cela veut donc dire que le geste initial soumis aux conditions existentielles de l'objet se retrouve tel que durant les reconstructions et se symbolise lorsqu'il est inséré dans le schème assimilateur qui l'élargit. De là, provient l'idée d'une image évocatrice trop étroite pour l'imagination et le besoin de l'amplifier par les actions possibles fournies dans la pensée opératoire. Furth insiste, d'ailleurs, sur le rôle symbolique de la représentation qu'il entrevoit dans l'acte accommodé formant une imitation figurative; il y surajoute les significations produites lors de reproductions subséquentes grâce aux liens établis avec d'autres actes au sein de schèmes structurants.

Le retour à l'orthodoxie piagétienne ne peut nous laisser dans l'embarras puisqu'en dehors de l'acte qui transforme l'objet il n'y a pas de salut pour une intelligence qui, au service de la survie de

l'individu, se doit de découvrir les propriétés stables autorisant la prédiction. Par contraste, l'acte simplement réalisé sur les choses n'en révèle que le fugace, le marginal, en bref, la figuration. Ainsi s'oppose la présentation, connaissance profonde du réel, à la représentation, simple adjuvant cognitif. Effrayés par ce lèse-majesté commis envers l'outil linguistique, central à la pensée dans les traditions philosophiques et psychologiques anglosaxonnes, Mounoud, Von Glasersfeld et Furth le récupèrent en insérant l'acte réalisé, dont l'outil linguistique est issu, dans l'axe conceptualisant des structures.

Pour nous, cette récupération ne respecte pas les traits distinctifs de la représentation. En effet, elle n'évolue pas et elle est dégagée des responsabilités revenant à la pensée dont, en propre, sa construction concomitante de la réalité.

L'acte réalisé, origine de la représentation, glane des sensations dont le regroupement dépend de l'activité corporelle dans son entier. Ayant épousé les contours de l'objet, le corps s'en détache sous la forme d'une empreinte qui en tant que décalque retenu et internalisé mentalement devient l'image. Il s'ensuit que les images et donc la re-présentation, de par leur dépendance directe envers l'activité segmentée sont désarticulées. En effet, les actes posés, tels des pseudopodes friands de contacts avec le milieu, récoltent un amalgame de sensations dont les liens sont constitués, dans une veine très classique, de la résultante de contiguïté spatio-temporelle. De tout autre façon se construit la connaissance dont la trame s'élabore dans une progression continue au fur et à mesure des enchaînements et intercoordinations d'actions transformantes. Les propriétés jaillissant au sein des structures créées par ces actions y sont donc intérieures; d'où l'expression plus juste de la pensée piagétienne où le savoir se présente toujours renouvelé au travers d'actions intériorisées et le fait que sa représentation demeure superficiellement délimitée par des sensations internalisées. Ce n'est donc pas seulement l'ordre d'apparition des diverses formes de la représentation qui dépend de la progression conceptuelle centrale, mais également son assemblage interne. Réminiscence de l'associativité anglo-saxonne, ce schéma physique amène une découverte d'aspects marginaux contrairement à l'invention ajustable des propriétés présentées au sein des schèmes d'actions. Le dilemme reste d'ailleurs entier tout au long de l'oeuvre piagétienne où la réalité changeante offerte dans les structures intellectuelles et le monde omniprésent révélé par les représentations imagées demeurent incompatibles. Le réalisme ponctuel aux données immédiates, incorrigibles est supplanté par un idéalisme relationnel, à la conceptualisation fluide plus appropriée aux traditions philosophiques continentales. Le compromis adopté par Von Glasersfeld et Furth prend les formes linguistiques du signifiant, ou représentations d'états, s'enrichissant d'une sémantique au sein du signifié, ou système dynamique d'actions.

Lorsque l'univers symbolique humain, qu'il soit imitation, évocation, image ou langage, cherche ses richesses non dans le contact direct avec le monde mais bien dans la réalité construite par la pensée, il reflète le conceptualisme moniste de Piaget. De plus, les traits distincts du mode représentatif le justifient. En effet, la représentation reflète ce qui est, ce qui n'a pas d'alternatives, elle ne souffre pas de compétition car elle affirme un état d'être. D'un autre côté, ce qui n'est pas, ce qui pourrait être exige une présentation au travers de l'univers conceptuel. L'imaginaire, où s'inscrit le "pas ça", est source de la négation et donc du possible, tandis que le concret imagé installé ici et maintenant, toujours positif, ne se déploie pas en "ou bien". Nous touchons là une confusion excusable du sens commun qui, ébloui par le bombardement fastueux de l'environnement sur l'organisme, y voit la source d'une richesse sensorielle directement calquée par l'esprit. Pour Piaget, la richesse tient aux réseaux tenus des propriétés qui s'ordonnent, se compensent, se délient, s'alternent; en fin de compte, des propriétés qui se signifient les unes les autres par leurs liaisons sémantiques en tant que concepts présentés par l'esprit. Ici nichent les richesses de la pensée puisqu'elle seule s'outille pour une prédiction qui de fait l'enrichit. Le paradoxe piagétien, évident à ce point, est de ne voir la richesse que dans une réalité circonscrite par des concepts et non dans un monde sensoriel diffus.

De là, son penchant pour la prédiction qui, en s'appuyant sur une réalité construite de concepts enchevêtrés par leurs significations, révèle le sujet épistémique pourchassant les propriétés constantes à travers les transformations qu'il anticipe et provoque par ses actions. Le sujet psychologique en contact avec des phénomènes est tout autre à travers ses actes réalisés comme autant de dards parallèles, sillonnant le monde en rasemotte, récoltant ses indices perceptuels et déroulant ses configurations représentatives. Pour bien saisir la différence, prenons le cas d'un verre qui vu par le sujet psychologique est touché, senti, vu, entendu et donc représenté grâce à tous ces actes posés sur lui. Lorsque le verre est lointain ou même caché dans une armoire, je me lève en tant que sujet épistémique, ouvre les portes, me rapproche, tend les bras, le saisis, le regarde, l'écoute et, en fin de compte, je me le présente au sein d'un ensemble enchevêtré d'actions, pourchassant le verre au travers de toutes ses transformations. Deux interprétations sont possibles. D'un côté, chaque groupe d'actes posés à chaque étape de l'enchaînement donne une représentation dont la multiplication engendre par superposition une ignorance des détails et une conscience des traits communs. Le type d'objet apparaît ainsi et dans l'optique de Von Glasersfeld pluralise les exemplaires que deviennent chaque image. D'un autre côté, les actes transformant l'objet superimposent ses apparences pour faire ressortir en filigrane les constances et estomper les différences. L'hologramme constitué de cette manière crée l'objet tel que dans l'art moderne les détails surajoutés et empilés suggèrent la scène finale. Le verre-image typifié en un symbole s'est vu abstraire à partir des percepts liés dans l'activité corporelle, tandis que le verre-concept se présente par et dans les actions complexes qui superimposent les apparitions figuratives successives et fugaces. Il devient éminemment

plausible d'envisager que les qualités abstraites proviennent d'aspects figuratifs obtenus grâce à plusieurs actes posés sur de multiples situations, tandis que les propriétés conceptualisées jaillissent au sein des actions transformantes qui pourchassent l'objet de situations en situations. Dans ce dernier cas, on parlera d'une présentation puisque les actes la construisent progressivement en tant que propriété, transcendant la sensation lorsqu'ils se dirigent vers elle, et puisqu'elle est la visée d'une action forcément intentionnelle.

C'est d'ailleurs en vertu de cette distinction fondamentale que l'image est représentative à l'encontre de la réalité anticipée qui elle peut déboucher sur un obstacle. Ainsi, la fin d'une randonnée en taxi s'accompagne d'une note à payer dont j'ai parfaitement l'intention de m'acquitter sans pour cela m'inquiéter des billets de banque exacts à utiliser, bien que je puisse rester désemparé s'il me manque le pourboire. La représentation de la scène, cependant, s'éclaire et on peut en témoigner ultérieurement par le dénombrement fidèle des dénominations utilisées. Je paie exactement avec de l'argent, mais j'ai l'intention de payer sur la foi ou la confiance en mon crédit.

Conclusion

Le statut épistémologique de l'objet se scinde, dans l'optique piagétienne, en deux visions distinctes; l'une où il est représenté, l'autre qui le présente. Pour accomplir cette présentation, les actions humaines s'enchevêtrent en réseaux aux structures de plus en plus englobantes dont le propre est de permettre aux propriétés de l'objet de s'y définir. Celles-ci révèlent les conditions générales de son insertion dans la réalité; c'est-à-dire leur constance ou permanence. Dans l'autre vision, les contacts directs avec le milieu introduisent des données sensorielles liées aux conditions existentielles de l'objet. Cela trahit les particularités d'un monde collé au corps. En effet, pour que le contact multiple se fasse, les organes des sens épousent au travers de leur activation les contours de l'objet qui les accomode donc. Il en résulte une rétention simultanée des données sensorielles liées par les actes, dont le propre est d'inscrire mentalement (ou d'internaliser en une image empirique) l'instantané d'une scène précise. Les découvertes fugaces deviennent ainsi un outil cognitif qui nous met au courant, sans plus.

Tout au contraire, l'enchevêtrement des actions invente les données en les assimilant dans un tout significatif et donc conscientisant. L'objet, lorsque étalé dans le temps et l'espace par les actions transformantes, trouve sa place au sein d'une réalité créée et ainsi déroge d'une représentation découverte par l'acte simplement posé. C'est d'ailleurs ces actions éminemment dynamiques qui, ultime paradoxe, forment ensemble des structures stables servant de creuset à la réalité permanente. Le contraste frappe

lorsqu'on y oppose la myriade d'actes butinant les sensations fugaces et composant les images saccadées. Bien entendu, l'évolution intellectuelle centrale assure au donné perceptuel, initialement séquence d'instantanés, un semblant de continuité puisque les images s'assemblent en un déroulement figuratif lorsqu'elles sont tissées par un corps en mouvement. La métaphore du film, d'abord arrêté, puis passé au ralenti puis présenté normalement, s'applique très bien. La construction de l'objet, créé par des ensembles d'actions qui en présentent les propriétés, apparaît claire dans l'analogie, bien évidente à l'arrêt, entre le manège et l'architecture structurée, dont la fonction est cependant mise à jour par sa rotation.

On expose, grâce à ces métaphores, une fissure entre présentation et représentation à laquelle Mounoud, Von Glasersfeld et Furth n'ont pas fait allusion et qui pourtant interdit toute réduction de l'une à l'autre. Dépendant des actions transformantes, l'objet se doit d'être dispositionnel au sein de son existence foncièrement conceptuelle. Ses propriétés ressortent lors d'opérations qui révèlent leur pérennité. Il faut donc décoller l'objet du corps et le placer à longueur de bras à l'aide d'actions enchaînées qui l'opérationnalisent. On ne cherche pas, on ne découvre pas l'objet puisqu'il s'insère dans un système d'actions d'où jaillissent ses propriétés et qu'il se met ainsi à notre disposition; il est le résultat d'une procédure.

L'idée globale suivante se dégage de l'ensemble du texte, ainsi que des dernières remarques: les singularités propres à la représentation s'enregistrent en agissant-avec le monde, tandis que les propriétés stables de la présentation sont comprises lorsqu'on agit-sur la réalité. La distinction est importante puisque agir avec le milieu ambiant permet de décalquer, après un corps à corps dont les contacts sont distribués en parallèle, une représentation qui met tout juste au courant. Dans une toute autre veine, agir sur la réalité se fait en fonction d'une anticipation d'où des actions enchaînées émanent et donc creusant en profondeur. Le message piagétien est clairement respecté puisque l'intelligence, au service de la survie de l'individu, se doit d'anticiper le prévisible et donc de construire l'objet à partir de ses éléments les plus stables. Chaque élément rencontré apporte sa contribution à l'établissement de l'objet permanent. Celui-ci s'élargit au fur et à mesure des actions menées qui le transforment et n'est jamais totalement achevé au sein de sa conceptualisation. Il ne peut être représenté, sa présence ponctuelle le rendant beaucoup trop frugal, il s'assujettit à sa présentation stabilisante progressive.

BIBLIOGRAPHIE

- Bower T.G.P., "Les fonctions d'organisation des conduites et des données". In La Psychologie, J. Piaget, P. Mounoud et J.P. Brockard (eds), Encyclopédie de la pléiade, Paris, Gallimard, 1986.
- Bruner J. "The Growth of Representational Processes". In J.M. Anglis (ed). Beyond the Information Given. Londres: Allen & Co., 1966.
- Furth H. Piaget and Knowledge. New York: Prentice Hall, 1969.
- Furth H. Representation in Piaget's Theory. Séminaire du CIRADE (UQAM), octobre, 1986.
- Gallfret-Granjon N. Naissance et évolution de la représentation chez l'enfant. Paris: PUF, 1981.
- Mounoud P et Vinter A. "La notion de représentation en Psychologie génétique". Psychologie française, novembre 1983, tome 30 3/4, pp. 253-259.
- Piaget J. La formation du symbole chez l'enfant. Neuchatel: Delachaux & Niestle, 1946.
- Piaget J. Mémoire et Intelligence. PUF, Paris, 1968.
- Piaget J. et Inhelder. L'image mentale chez l'enfant. Paris: PUF, 1966.
- Von Glasersfeld E. L'approche constructiviste vers une théorie des représentations. Séminaire du CIRADE (UQAM), novembre 1983.

Colloquium Remarks: Symposium: "Beyond Piaget"

Michael Schleifer - CIRADE - UQAM

The first thing I would like to stress is the agreement between Hans Furth and Jean-Claude Brief concerning the importance of (mental) representations in regard to knowledge. All three of us on this panel, despite the disagreements, adopt a definite non-behaviourist approach to education and development. I am entirely in agreement with the position of Von Glasersfeld who states:

"Since behaviourism is by means extinct, damage continues to be done, and it is done in many ways. One common root, however, is the presumption that all that matters are observable stimuli and observable responses. This presumption has been appallingly successful in wiping out the distinction between training and education" (p. 58).

My colleagues on this panel are all Piagetians in the sense that we reject this behaviourist paradigm. Education involves knowledge in a sense that training does not. In my research with young children concerning their moral and logical reasoning, I have never found that training supplants development. At the very most, one can predict that training will have an effect upon the progress of children's reasoning according to pre-accepted developmental norms. (Schleifer and Douglas, 1973; Schleifer, 1986).

Among the disagreements concerning representations and interpretations of Piaget, Hans Furth and Jean-Claude Brief count the world of action, and the world of scientific reasoning (prediction about the world) as two distinct realms. I wonder if either would consider Aristotle's notion of the practical syllogism as a means of bridging the gap between the two. For example, if I reason "If I take my umbrella, it will rain, So, I won't take it, and then it probably won't rain", I am involved in scientific, predictive reasoning (à la J.C. Brief), but I am also making decision involving action-in-the-world (à la H. Furth)...

I would also like my colleagues, to comment upon another one's of Von Glasersfeld's claims in his interpretation of Piaget's. For Von Glasersfeld, who takes a radical constructivist approach, there are no objective problems and no objective solutions (p. 66).

"Necessity is conceptual and it can spring from nothing but the awareness of the structures and operations involved in the thinking subject's conceptualisation of the problem and its solution. Logical or mathematical necessity does not reside in any independent world" (p. 66).

I believe that there is a Kantian strand in Piaget whereby necessity lies over and above the subjective awareness of individuals. Logical necessity is binding on all rational beings, and is, as such, part of an objective reality. I believe that Von Glasersfeld's interpretation of Piaget's constructivism is too radical.

In doing work with university students on their awareness of logical structure, Henri Markovits and I have discovered that not more than 13% of students can show awareness of this kind. Although 40% can cope with if-then (conditional) reasoning, and are in some sense what Piaget called "formal", the smaller group of students might be characterized as "post-formal". These latter students must have the ability to create and manipulate a unified representation of material. We agree with Wason and Green's (1984) notion that this "unified representation" implies a flexible mental structure that allows the relevance of the connections between the elements to be appreciated. This kind of representation is of relations between elements, corresponding to what we have called "post-formal" processes. This can be distinguished from "formal" processes such as the cognitive representation of the task materials.

**Frames of Reference
for coding spatial relations**

**par Ellen Bialystok
Department of Psychology
York University**

Séminaire sur la Représentation
7 novembre 1986, n^o, 13

**Note: La publication de ce séminaire est rendue
possible grâce à une subvention du fonds FCAR.**

Implicit Display Structure as a Frame of Reference

The development of children's ability to mentally transform spatial displays has long been a central measure of cognitive growth. The two major types of spatial transformations that have been examined are perspective changes, first studied by Piaget and Inhelder (1956) in the three-mountain task, and rotation changes, the earliest systematic studies being those of Ghent (1961). In the decades following, a great deal of evidence has accumulated concerning the types of problems most easily solved by children, the course of development for each, and the relationship between ability in these tasks and other cognitive abilities. What has been less well examined, however, is the nature of the mental representation that the child uses to permit the solution to these problems and the development of those representations. What, in other words, are the mental processes involved in carrying out spatial transformations and how do they develop?

The major controversy in this area is whether the mental representations underlying the solution are best construed analogically as images or digitally as propositions. The mental transformations associated with imagistic representations are assumed to function much like the physical transformations of real objects, moving smoothly through continuous space, in three dimensions corresponding to the angles and distances that describe physical movement. For propositional representations, transformations are achieved by computing positions and distances in a stepwise fashion, using categories such as half-turn, top, etc. The argument about analogue visual versus computational propositional codings is discussed by Anderson (1978), Kosslyn (1983), Mandler (1983), Pylyshyn (1981), Johnson-Laird (1980) and others.

Johnson-Laird (1980) claims that four features differentiate propositional from imagistic descriptions but that only one of the four is critical in distinguishing these explanations. This feature is the nature of the correspondence between the representation and the world: images represent objects in that the structural relations of the object and the image are isomorphic; propositions are abstractions that are true or false of objects and resemble neither pictures nor words. In some views, such propositional representations are capable of encoding analogical information (e.g. Palmer, 1975) and so can provide the richly detailed descriptions usually associated with imagery.

Following Johnson-Laird, then, representations that are imaginal or propositional would result in different types of errors as a function of the presence or absence of structural isomorphism. Specifically, an image-like representation should preserve the structure of the display, although the

operation of rotating may have been carried out through an incorrect distance. These incorrect distances would likely involve small errors in linear distance but not be systematically related to the display structure. A propositional representation of the display, however, should relate only critical features of the display to a reference and thus indicate critical aspects of the transformation but not necessarily preserve the internal structure of the display nor necessarily all of its features. Similarly, errors in the transformation would involve confusion of features of the display structure, rather than miscalculations of linear distance. These predictions were tested in the present study.

METHOD

Subjects

The subjects were 48 children, 25 9-year olds and 23 11-year olds. The younger group contained 11 girls and 14 boys; the older group contained 12 girls and 11 boys. All children attended a public school in downtown Toronto.

Apparatus

The apparatus consisted of five wooden shapes, each one approximately 24 cm. long, containing four non-symmetrical parts. These shapes are illustrated in Figure 1. The shape was attached to a black wooden board, 38 cm. square, with an outlined circle painted on it large enough to contain the shape when it was attached to the centre by a velcro pivot. Another board of the same dimensions covered with black felt and containing the same painted circle could be placed in front of this original board after the problem had been presented. Pink and grey felt circles were used as markers. Finally, cardboard cards depicting the shape in different orientations comprised the response set from which the child selected the correct answer to each problem.

Design and Procedures

The problem was to anticipate the appearance of the wooden shape after a specified rotation in the plane. The shape was shown to the child on the wooden board, half of the time pointing upright to the 0 degree position, and half of the time oriented so that the salient arm pointed to the 20 degree

position. The rotation applied to this initial position was one of 20° , 70° , 90° , 160° , 180° , 250° , 270° , or 340° .

Three variables could be classified according to their codability. A codable position was one which corresponded to a major quadrant axis (0° , 90° , 180° , 270°) (c.f. Arnheim, 1974). First, the starting position, indicated by the circular location to which the major arm of the shape pointed, was either codable (0°) or not (20°). Second, the finishing position after the rotation was either codable (90° , 180° , 270°) or not (20° , 160° , 290° , 340°). The twelve rotations that arise from the combination of these two starting positions with the six finishing positions produces a set of four categories, each containing three rotations. These categories are codable-codable (CC), codable-noncodable (CN), noncodable-codable (NC), and noncodable-noncodable (NN). Finally, the transformation itself could be considered codable in terms of its computability. Thus, 90° , 180° , and 270° were codable in that they correspond to the computational categories of quarter turn and half turn; all other transformations were considered noncodable.

The children indicated their response by selecting which of four cards correctly depicted the shape as it would appear after the given rotation. The four cards were created to represent the following categories: (a) correct answer, (b) the correct shape but rotated through the wrong distance so that the finishing point is not on a major axis, (c) the correct shape but rotated through the wrong distance so that the finishing point is on a major axis, and (d), a shape which points to the correct location in the circle but for which the internal structure of the features has been violated.

Of the five wooden shapes, four were used as the experimental shapes and the fifth was reserved for examples and explanation. The 12 rotation items were placed in a fixed random order, and four versions of each question were created by assigning one of the four shapes to each of the 12 rotation items. Thus, within each set of 12, each shape was used three times, and across the four versions of the question, each shape occurred once. Two of the versions were paired to create Form A and the other two, Form B. Thus each Form contained two replications of the 12 questions, all four of the shapes, but with only half of the shape-question pairings. Half of the subjects in each grade, divided as evenly as possible by sex, were given each of the forms.

The children were shown the materials and allowed to rotate the wooden shape around the display board. They were told to examine the shape so they could recognize it if it moved and be able to show what it would look like in its new position. After some practice with the materials in full view, the display board was covered with the black cover board and the pink dot attached to the point

corresponding to the position of the salient arm. The child was told to imagine the pink dot attached to the shape and moving around to meet the gray dot, which was placed in the finishing position for that item. The child's task was to select the picture from the set of four that showed how the figure would look after the pink dot had met the gray dot. When the child understood the examples and could perform the task, the test items began.

RESULTS

The number of correct selections as a function of the distance rotated was examined in a 4-way analysis of variance. There were no differences for Sex or Form but significant effects of Age ($F(1,40)=13.55, p<.001$) and Distance ($F(7,280)=3.80, p<.001$). These effects are shown in Figure 3.

The distance effect is clearer when the starting position for the rotation is considered. Since the purpose was to provide an equal number of items for each of the four codability categories, there was not a perfect representation of all distances with all starting positions. The mean proportion of correct responses for each distance by starting position is presented in Table 1. In general the presence of a codable axis in the final position is more important than the absolute distance through which the display has travelled. The rotation of 160° , for example, is very difficult with a 0° starting position but very easy with a 20° starting position because the final position in the latter case is 180° . Conversely, the 180° and 270° transformations are more difficult with a 20° starting position because the final position is no longer on an axis. Finally, the 250° rotation is very easy with a 20° starting position, and this too ends on a codable axis. This rotation was not paired with a 0° starting position, but if the pattern obtained for the other rotations is general, it may be expected that such an item would be more difficult.

A 2-way analysis of variance of Age by Codability was performed using the four categories of CC, CN, NC, and NN. The analysis revealed main effects of Age ($F(1,46) = 11.45, p<.002$) and Codability ($F(3, 120) = 6.64, p<.001$). The mean scores are presented as the number of selections for Distractor 1 (the correct response) in Table 2. The effect of codability shows that the CC and NC items are easier than the NN and CN items. This pattern is confirmed by two t-tests which show that ending on a codable axis facilitates performance ($t(47)=4.25, p<.001$) while starting on a codable axis has no effect ($t(47)<1$).

The distribution of the selection of responses according to the four codability categories is reported in Table 2. For both groups, the most frequent error was selecting distractor 4 in which the rotation was correct but the shape scrambled. Distractors 2 and 3 are differentiated in the distribution by codability. There is a tendency for distractor 3 to be preferred for those rotations which finish on a noncodable axis since that relationship is preserved. For rotations finishing on a codable axis, distractors 2 and 3 appear to be equally attractive, but at the same time, these rotations are more likely to be carried out correctly. Thus if the final position is not on a codable axis, the children are likely to retain that feature but not recall the precise location; if the final position is on a codable axis, the children are likely to retain that feature and also correctly recall which codable axis is involved.

DISCUSSION

Although the distance through which the shape rotated was significant in determining problem difficulty, the effect was not linear. The ordering was, rather, to divide the shapes into roughly three groups - 270° being the easiest, 90° the most difficult, and all others somewhere in between. The reason for this unusual pattern would seem to be that each of these distances was associated through the design with items described by different codability relationships with respect to the starting and finishing axes, and that these codability effects were more influential than was the linear distance through which the shape travelled. In particular, the effect of the final position coinciding with a codable axis (CC and NC) seemed particularly important. Viewed in this way, the linear distance effect usually found in rotation studies can be explained by the exclusive use of the 0° starting position in these studies (Shepard & Cooper, 1982).

The features relevant for calculating the transformation were encoded at the expense of the features relevant for preserving the internal structure of the display. The most frequent error was to select the correctly oriented but scrambled shape. The interpretation is that the child has constructed only part of the necessary set of relational propositions, the one preserving the relationship between the salient arm and the final position. Combining the selection of distractors 1 and 4, 70.5% of the responses preserved the relationship between the salient arm and the final transformed position of the shape. Further, coding that relationship was easier when the final position of the shape coincided with a major display axis.

Finally, the process of both coding and transforming the display was influenced by the congruity between the structure and orientation of the display figure and the structural axes of the

display space. Descriptions of the display figure, that is, were more easily constructed when they coincided with descriptions of the display space; calculations of the transformation were more easily computed when they made use of the display axes.

The interpretation of these findings is that propositional descriptions which relate relevant display features to specified relate through a set of predicates are the basis of perceiving, remembering, and transforming spatial displays. Since these are the same propositional descriptions that are used in ordinary perception, for example, in perceiving a circular space, the extent to which the specific propositions necessary to solve the problem conflict with those assigned to the display in ordinary perception increases problem difficulty. Hence, a display figure which is not presented on a structural axis of the display space is more difficult to encode than the same figure presented on an axis. The transformation itself seems to be relatively unaffected by linear distance when the relationship to the display axis is manipulated. A rotation of any length is somewhat easier when the finishing position is on a codable axis than when it is not, even though the length of rotation has not changed.

The results of the present study have shown that children solving rotation problems assign a description to the display that minimally ties a critical stimulus feature to a codable frame of reference. Problems that are more codable in these terms, are easier to solve. Thus it appears that the relation between the salient feature and the frame of referent is part of the content of the mental representation. The issue of format for that representation is considerably more speculative. Some argue that formats, that is, analogical or propositional, are impossible to distinguish. The present evidence serves simply to constrain the issue by identifying some critical content that is involved in that representation. Beyond that, the problem of format itself may indeed be elusive.

References

- Anderson, J.R. (1978). Arguments concerning representations for mental imagery. Psychological Review, 85, 249-277.
- Arnheim, R. (1974). Arts and visual perception. Berkeley: University of California Press.
- Ghent, L. (1961). Form and its orientation: A child's eye view. American Journal of Psychology, 74, 177-190.
- Johnson-Laird, P.N. (1980). Mental models in cognitive science. Cognitive Science, 4, 71-115.
- Kosslyn, S.M. (1983). Ghosts in the mind's machine. New York: W.W. Norton.
- Mandler, J.M. (1983). Representation. In J.H. Flavell & E.M. Markman (Eds.), Handbook of child psychology (pp. 420-494). New York: Wiley.
- Palmer, S.E. (1975). Visual perception and world knowledge: Notes on a model of sensory-cognitive interaction. In D.A. Norman & D.E. Rumelhart (Eds.), Explorations in cognition. San Francisco: A.H. Freeman.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1956). The child's conception of space. London: Routledge & Kegan Paul.
- Pylyshyn, Z.W. (1981). The imagery debate: Analogue media versus tacit knowledge. Psychological Review, 88, 16-45.
- Shepard, R.N., & Cooper, L.A. (1982). Mental images and their transformations. Cambridge, MA: M.I.T. Press.

TABLE I

Proportion correct by distance and starting position

Starting Position	Distance							
	20	70	90	160	180	250	270	340
0	.37	--	.47	.22	.50	--	.53	.45
20	--	.39	--	.55	.39	.62	.38	.34

TABLE 2
Distribution of responses by age and codability

	Distractor			
	1 (C) C rot/C str	2 (No axis) W rot/C str	3 (Axis) W rot/C str	4 C rot/W str
CC	0.50	0.13	0.15	0.22
9 yrs	0.39	0.16	0.17	0.28
11 yrs	0.61	0.10	0.14	0.15
CH	0.34	0.29	0.14	0.23
9 yrs	0.30	0.25	0.18	0.27
11 yrs	0.39	0.34	0.09	0.18
NC	0.48	0.14	0.15	0.23
9 yrs	0.42	0.14	0.20	0.24
11 yrs	0.54	0.14	0.09	0.22
NN	0.38	0.19	0.15	0.28
9 yrs	0.35	0.26	0.15	0.24
11 yrs	0.41	0.10	0.15	0.34

**Problèmes sémiologiques posés par
le récit verbo-iconique: méthode
d'investigation pour cerner la
compréhension d'un message
narratif, offert à la télévision,
par des jeunes enfants.**

**par Stéphanie Dansereau,
professeure
Département des
sciences de l'éducation
Université du Québec à Montréal**

***Séminaire sur la Représentation*
5 décembre 1986 - n^o, 14**

Note: La publication de ce séminaire est rendue possible
grâce à une subvention du fonds FCAR.

RESUME

Le présent article présente une recherche qui s'est intéressée aux structures narratives des récits d'enfants, âgés de 6 et 8 ans, obtenus à partir d'un récit télévisuel, et, aux codes les supportant. Elle tend à démontrer que les écarts diegétiques, par rapport au récit-type, ne sont pas signe de chaos ou d'incohérence mais signe de processus opératoires divers et de richesse narrative. L'originalité de cette recherche réside davantage dans une approche non normative de l'univers des récits produits par les enfants et dans une méthodologie qui visait à s'adapter à la dimension iconique des récits télévisuels.

AVANT-PROPOS

Geneviève Jacquinet dans un de ses derniers livres *L'école devant les écrans* pose le problème de l'influence de la télévision sur les modalités d'appropriation des connaissances. Elle précise qu'il ne se situe pas seulement au niveau des savoirs accumulés: "Il n'y a pas que le contenu qui soit porteur d'informations, la mise en forme aussi informe et forme"¹. Cette façon d'aborder le problème d'apprentissage par la télévision nous touche particulièrement car, dans la recherche qui sera ici présentée², cette question du développement cognitif à partir du récit télévisuel, au-delà des seules acquisitions de connaissances ou d'une restitution fidèle du contenu, était au coeur de notre problématique.

C'est Gabriel Salomon³, psychologue israélien, qui a ouvert cette voie de recherche. A l'heure actuelle, une théorie générale de la représentation cognitive est attendue. Elle permettrait de rendre compte à la fois de la spécificité des systèmes de représentation (dont la télévision) et de leur complémentarité dans l'élaboration des fonctions cognitives⁴.

-
- 1- *L'école devant les écrans*, Paris, Editions ESF, 1985, p. 86.
 - 2- Thèse de doctorat soutenue à l'Université de Montréal en 1978.
 - 3- G. Salomon, "Reexamining the methodology of research on media and technology in education" in *Review of Educational Research*, Hiver 1977, vol. 47, no 1.
 - 4- Voir à ce sujet l'excellent chapitre dans la revue *Communication/Information*, vol. VI, nos 2-3, Hiver 1984, Québec: "Langages, apprentissage et théorie de la représentation" par G. Jacquinet.

INTRODUCTION

On comprend mieux à quel point la civilisation de l'image a transformé la manière même dont nous appréhendons l'univers lorsqu'on reconnaît l'ampleur des bouleversements provoqués par l'apparition du livre depuis plus de quatre siècles.

L'avènement de la télévision a modifié considérablement notre société, entraînant des différences au niveau des normes, des valeurs et même de la conception de l'espace et du temps. Dès lors, on peut se demander ce qu'est devenue cette fonction fondamentale de l'esprit humain qu'est l'abstraction: elle se trouve perturbée puisque le rythme de lecture est imposé¹. De plus, le langage télévisuel intègre à la fois des signes arbitraires et motivés où l'image a souvent tendance à s'imposer au détriment du verbe. Enfin, bien que l'on admette que par la télévision le savoir est plus généralement accessible et la culture davantage diffusée, il n'en demeure pas moins qu'on lui reproche son caractère "fugitif" et la passivité qu'elle entretient avec le spectateur.

La consommation massive de la télévision par le jeune enfant est une réalité sociale et culturelle incontestable en Amérique du Nord. Une récente recherche conclue que le jeune américain, à la fin du secondaire, a passé plus de temps devant le petit écran que sur les bancs de l'école (Clark et Salomon 1985)². Au lieu de déplorer cette situation, il y aurait lieu de l'exploiter en tentant d'intégrer les récits, contes, histoires, intrigues offerts par le petit écran dans un processus actif d'apprentissage.

Cette démarche nécessite, cependant, une connaissance non pas intuitive mais rationnelle des problèmes de "lecture" posés par les signes visuels et sonores lorsqu'ils sont décodés par le spectateur-enfant.

Nous connaissons certains effets de la télévision sur la socialisation de l'enfant américain grâce entre autres aux recherches de H. Himmelweit, Maccoby, Schramm, mais ces études, de type sociologique demeurent très descriptives.

-
- 1- Le retour en arrière n'est pas possible si ce n'est que par le biais du repiquage magnétoscopique.
 - 2- Clark, R.C., Salomon, G., (1985). "Media in teaching" in Wittrock, M. (ed), *Handbook of research on teaching*, Vol III, New York, McMillan.

D'autres chercheurs tels que B. et R. Zazzo, (1952), Wallon, (1954), Fraisse et Montmollin, (1952), G. Heuyer, (1955) ont tenté de cerner davantage les rapports qu'entretenait l'enfant avec les images (par la conduite du récit, par la capacité de rétention d'un message filmique ou encore en comparant le niveau mental du sujet et la compréhension du film), mais ces recherches de type génétique, sont discutables principalement au niveau du matériel d'expérimentation: les documents utilisés semblent peu ou mal adaptés au public visé et les outils d'investigation font surtout appel à l'habileté verbale, habileté que les jeunes enfants ne maîtrisent que progressivement.

Enfin, on y voit un peu plus clair dans cette mosaïque qu'est la culture audio-visuelle grâce aux sémiologues qui "en clarifiant les notions, en formalisant les systèmes et en précisant leurs champs d'application, ont permis de dégager des paramètres d'une communication audio-visuelle distincte des autres modes communication¹"; leurs recherches, de type psycho-sociologique, ont mis en évidence diverses relations entre les figures du message et leur(s) signification(s). C'est ce type de relations que nous voulions dégager afin de connaître non pas la vérité du message mais "la vérité du récepteur devant le message". Nous voulions savoir comment les enfants accèdent au sens à partir d'un récit audio-visuel offert à la télévision.

SITUATION DU PROBLEME

Lorsqu'on parle de télévision ou de cinéma, il s'agit bien d'images mises en mouvement les unes à la suite des autres (chaîne de "signifiants") dont l'ordre n'est pas celui du réel perceptif mais celui d'un réel imaginaire, d'un vraisemblable écranique.

1- J.P. Gourévitch, *Clefs pour l'audio-visuel*, Seghers, Paris, 1973, p. 31.

Des expériences, depuis le début du siècle¹, réalisées avec des images fixes, se sont multipliées et ont permis de vérifier l'existence d'un "effet séquentiel" c'est-à-dire d'un effet kitériconique: "le sens d'une image dépend donc de celles qui la précèdent dans le film et leur succession crée une réalité nouvelle qui n'est pas la simple somme des éléments employés"². Donc la perception et le sens d'un élément dépendent de l'ensemble où il se trouve intégré et inversement, l'introduction, le retrait ou la modification d'un élément constitutif ("détenteur" du sens) modifiera la structure.

Le but de notre recherche fut d'identifier ces éléments constitutifs que l'enfant privilégiait, lorsqu'il "lisait un récit audio-visuel (que ces éléments soient ajoutés, modifiés ou absents du récit offert) et la signification qu'il leur attribuait. Deux principes de départ ont guidé le choix de la méthode et l'orientation de la recherche:

- 1) "Quel que soit l'ordre dans lequel on place les images d'une séquence, un récit est possible"³.

L'idée issue de la culture classique qu'il existe un seul énoncé parfaitement adéquat, un seul récit valide est erronée, d'autant plus que la matière de l'expression de l'image n'est pas dotée de cette qualité d'abstraction qu'ils possèdent les mots. Il y a des messages produisant des effets de sens différents.

1- Expérience de Poudovkine et Koulechov entre autres.

2- Merleau-Ponty, *Sens et non sens*, Paris, Nagel, 4e éd., 1949, p. 94.

3- Michel Tardy: notes sur l'effet séquentiel, document préparatoire, Strasbourg, octobre 1966.

Cette notion de "normalité" dans la classification des récits¹ fut rejetée à la suite d'une recherche effectuée auprès d'adolescents français, sur des récits obtenus à partir d'une séquence de trois images en lecture analytique: "Avec reprise cohérente d'une suite discontinue en un ensemble signifiant, on ne pouvait que refuser toute référence à un ordre normal de succession ou à un récit-type qui serait considéré comme seul correct²". Ceci fut très important pour nous, car nous considérions, au départ, que plusieurs récits étaient possibles; la logique narrative du récit offert étant une logique d'adulte guidée par des exigences relevant à la fois du contenu et de l'expression (contraintes logiques, conventions narratives, caractéristiques propres au langage et au média).

2) Le sens de chaque image dépend non seulement de celles qui précèdent mais il est susceptible de révision lors de l'introduction d'éléments nouveaux. C'est dire qu'il existe une interaction entre les éléments iconiques et que "le sens est plus généralement et plus spécifiquement entre les images".³

Le donné brut étant constant, cette étude devait nous permettre de déterminer la signification des choix de tel ou tel sujet ou groupe de sujets et de déceler soit l'attitude individuelle ou de groupe qui en fut la source, soit la valeur déterminante pour tous de tel ou tel élément du récit télévisuel.

Nous rapportons un extrait du texte de Roland Barthes, analysant un conte d'Edgar Poe, qui résume la démarche que nous avons choisie et la problématique soulevée:⁴

"Nous allons donc prendre un texte narratif, un récit(...) en essayant de repérer et de classer (...) non pas tous les sens du texte (ce serait impossible car le texte est ouvert à l'infini...) mais les formes, les codes, selon lesquels des sens sont possibles. Nous allons repérer les avenues du sens. Notre but n'est pas de trouver le sens, ni même un sens du texte, et notre travail ne s'apparente pas à une critique littéraire de type herméneutique (qui cherche à interpréter le texte selon la vérité qu'elle y croit tenue cachée), comme l'est par exemple la critique marxiste ou la critique psychanalytique. Notre but est d'arriver à concevoir (...) le pluriel du texte".

-
- 1- E. Margairaz et Jean Piaget: "La structure des récits et l'interprétation des images de Dawid chez l'enfant," in *Archives de Psychologie*, no 75, 1925.
 - 2- M.J. Remigy, *Recherche sur l'effet séquentiel*, doctorat 3e cycle, Strasbourg, 1971.
 - 3- J. Mitry, *Esthétique et psychologie du Cinéma*, p. 441: "le signifiant n'est jamais une image, une chose concrète, mais un rapport..." Ed. Universitaires, Paris, 1965, tome II.
 - 4- R. Barthes, "Analyse textuelle d'un conte d'Edgar Poe", in *Sémiotique narrative et textuelle*, Larousse, Paris, 1973, page 30.

Dans notre cas, il s'agissait d'un film narratif donné à la télévision.

Bien que notre analyse ait porté, en première instance, sur le récit-type¹ comme point de référence, elle s'est attachée aux récits perçus par les enfants, afin de "repérer et de classer les formes et codes selon lesquels des sens" ont été possibles (à partir du récit-type). Notre but fut de retrouver les "avenues du sens", le "pluriel" d'un récit verbo-iconique lorsqu'il est décodé par des jeunes sujets d'âge et de sexe différents. Pour y arriver, nous avons étudié plus particulièrement les récits d'enfants en fonction 1) de la structure logico-narrative, caractéristique de tout récit, c'est-à-dire de son articulation ternaire en trois fonctions-noyaux, et 2) des éléments iconiques détenteurs de sens (pour l'enfant) qui supportent ces fonctions. Ces dernières représentent les temps forts du récit et s'articulent autour de trois questions:

- a) quel est le but à atteindre?
- b) quel est l'événement important?
- c) qui est le héros ou la victime de l'histoire?

Cette articulation se retrouve à chaque séquence du récit et a guidé la procédure expérimentale de notre recherche.

Suite à la problématique soulevée, nous allons faire un tour d'horizon des instruments et de la procédure expérimentale ainsi que de la méthode d'analyse adoptée pour l'exploitation des résultats. Enfin, nous présenterons quelques résultats mais nous insisterons sur les réflexions qu'une telle approche nous a permis de faire au niveau psycho-pédagogique.

1- Cf. ANNEXES

LES INSTRUMENTS D'EXPERIMENTATION

Il s'agissait de constituer un matériel qui permette, par un contrôle des séquences, d'analyser les éléments constitutifs¹ du récit pour l'enfant et de dégager leurs significations.

Pour ce faire, nous avons introduit une variable expérimentale en présentant le film aux enfants séquence par séquence et non globalement.

Le stimulus de base: le récit

Nous avons créé notre propre matériel d'expérimentation, tant au niveau du stimulus qu'au niveau du moyen d'investigation. Nous avons tout d'abord réalisé un film d'animation (série de dessins dont l'animation est très limitée: les fonds sont en général statiques avec mouvement de caméra et effets optiques) qui raconte une histoire aux enfants: la narration est avant tout supportée par l'image, la parole appuyant le sens de certaines images, mais surtout faisant avancer le récit et facilitant les transitions visuelles.

Le récit suit la succession naturelle des saisons, sans procédés complexes (tels que le "flash-forward" ou la surimpression) pour la compréhension de l'enfant. Les transitions d'une séquence à l'autre sont assurées par le fondu-enchaîné, technique que certains pédagogues et filmologues² décrivent comme accessible à l'enfant. Nous avons, cependant, pris nos précautions face à cette affirmation et avons eu recours à la parole (voix de la narratrice) pour faciliter les transitions visuelles.

-
- 1- Elements constitutifs = les signes nécessaires à l'enfant pour construire son récit, séquence par séquence.
 - 2- M. Lebrun: "en ce qui concerne les enchaînements d'images, M. Prodhommeau cité par M. Zazzo, estime que les enfants de moins de 9 ans ne comprennent pas les surimpressions d'images, mais comprennent les fondus". Extrait de Film d'enseignement et filmologie, in Revue inter. de filmologie, nos 7-8, 1951.

Le film fut présenté séquence par séquence à un groupe de 40 enfants de 6-7 ans et à un autre groupe de 40 enfants de 8-9 ans. Afin de familiariser l'enfant au matériel de manipulation (le soutenir dans son travail de reconstitution et d'expression), nous avons visionné la séquence initiale (une fausse séquence d'une durée de 32 secondes ne comportant pas d'actions, mais trois plans descriptifs) strictement pour permettre à l'enfant d'avoir un premier contact avec le matériel et le sécuriser dans sa démarche future.

Les deux groupes expérimentaux venaient d'une même école de l'île de Montréal, située dans un milieu socio-économique moyen canadien-français. Chaque groupe expérimental fut constitué de 20 filles et 20 garçons¹. Chaque enfant fut reçu individuellement et la durée de l'entretien fut de trente minutes environ.

Technique de visionnement

Nous voulions présenter le film à l'enfant séquence par séquence, de manière à induire un mode de "lecture semi-analytique". Car nous cherchions à savoir non seulement quels types de récits ou cohérences narratives les lecteurs proposaient mais aussi à partir de quels "signifiants" ou types de signifiants visuels chacun en arrivait à proposer tel ou tel récit.

Nous visions une analyse des significations permises par chaque séquence (cinq en tout)². Cette approche a favorisé une lecture en profondeur.

Ainsi, par le contrôle des séquences, nous avons pu insister sur la lecture d'une chaîne de "signifiants" dans la mesure où l'on a demandé au sujet de décrire ce qu'il venait de voir, avant d'intégrer ce donné à quelque récit. De plus, nous avons pu réduire ainsi l'effort de mémorisation, habileté que nous ne voulions pas mesurer. Nous sommes toutefois conscientes d'avoir favorisé une certaine attitude de représentation.

-
- 1- Les enfants furent sélectionnés non seulement en fonction de la scolarité des parents mais aussi en fonction du bulletin scolaire puisque nous voulions des sujets dont les performances scolaires étaient dans la moyenne.
 - 2- Il est impossible de détecter les éléments (visuels) détenteurs de sens à partir de tout le film. Ces séquences sont alors des grosses unités sémantiques. Ce découpage est arbitraire mais respecte les objectifs de notre recherche en répondant à des critères sémantiques.

Le matériel d'investigation

"Le maniement est inséparablement lié à la réflexion"
(Rudolf Arnheim).

On a demandé à l'enfant d'exprimer ce qu'il venait de voir après chaque séquence. Pour le soutenir dans sa démarche narrative, on lui a proposé un tableau magnétisé¹ placé à la verticale (comme l'écran télévisuel), sur lequel il pouvait reconstituer son récit à l'aide de découpés². Le tableau était suffisamment grand pour recevoir spatialement le récit (unité de lieu dans le film); les découpés ont été choisis à partir des dessins originaux du récit filmique.

Par ce moyen, nous voulions être davantage à la portée de l'enfant puisque le matériel, moins abstrait que les mots, l'invitait à une manipulation concrète. Nous voulions également suivre une démarche plus opérationnelle: l'écart entre le support du message offert et le support du message restitué étant moins grand que si nous nous étions limités au seul récit verbal de l'enfant. Ainsi, ce dernier entrait en rapport avec un espace bidimensionnel et des "signifiants" analogiques mobiles.³ De plus, l'unité de lieu du récit (le jardin à l'arrière de la maison de la vieille dame) offrait cet avantage de constituer un cadre invariant et de regrouper, au même endroit, sur une même plage spatiale, les éléments constitutifs du récit pour l'enfant. Chaque simulation visuelle fut photographiée et codée sur protocole afin de le rattacher à la verbalisation lors de l'analyse des résultats.

De cette façon, nous avons pu relever:

- les "signifiants" ou supports de perception;
- la signification propre à chacun;
- la relation que cette simulation visuelle entretenait avec la narration verbale.

1- Ce matériel nous a été fourni à titre expérimental par la compagnie française Féripel.

2- Découpés (cut-outs): papiers découpés dont le verso est magnétisé pour adhérer au tableau.

3- C'est-à-dire que les découpés peuvent être déplacés sur le tableau et le sujet peut simuler différents déplacements.

LA METHODE D'ANALYSE

Dans quelle mesure avons-nous pu faire la distinction entre ce qui est donné par les images et ce qu'en fait le lecteur?

La question que nous nous sommes posée était de savoir comment s'est opéré le "passage au sens" en fonction du donné effectivement perçu. C'est par la méthode d'analyse structurale du récit que nous avons pu y répondre.

Rappelons que le récit-type ne fut pas considéré comme le seul récit correct ou comme signe de réussite mais comme cadre de référence pour comprendre et expliquer les écarts d'interprétation.

C'est à partir des discours produits et des "objets" manipulés par notre échantillon de sujets, que nous avons déduit le donné perçu, ce dernier ne pouvant être assimilé au donné offert.

Choix de la méthode d'analyse structurale

Nous avons choisi la méthode d'analyse structurale parce qu'elle peut montrer ce qu'il y a d'identique ou de différent dans la construction des divers récits et parce qu'elle permet d'établir des règles de fonctionnement de ces variations. Nous avons eu recours à deux opérations successives, propres à l'activité structuraliste: le découpage et l'agencement.

- 1) Le découpage repère les différentes catégories de données existant pour chaque séquence, c'est-à-dire définit les plus petites unités narratives et les classe.
- 2) L'agencement reconstruit en simulacres structuraux les récits ainsi découpés. Il permet d'élucider ces deux questions:
 - Comment chaque enfant organise-t-il les éléments relevés sur les images?
 - Peut-on dégager certaines règles de construction à partir des discours et manipulations des sujets?

Ainsi, parmi les éléments donnés dans une séquence, l'enfant peut percevoir:

- a) certains éléments tels quel (présents)
- b) certains éléments qu'il transforme (modifiés)
- c) certains éléments qu'il ne juge pas utile pour sa narration de la séquence (absents)

Dans sa narration d'une séquence particulière, il peut rajouter des éléments qui n'y sont pas donnés.¹

L'approche structurale nous a permis de reconstituer, à partir du découpage des récits d'enfants, le fonctionnement des séquences télévisuelles dans ce qu'elles ont de manifeste et de caché.

CRITERES D'ANALYSE ET DE CLASSIFICATION DES RECITS VERBAUX

Notre hypothèse de base fut la suivante:

- Un même donné perçu admet plusieurs reprises intelligibles et suscite plusieurs types d'interprétations.

Nous avons analysé et classé les récits verbaux produits par nos sujets en fonction de trois critères sémantiques relevant des codes de la narrativité².

-
- 1- La narration de l'enfant s'est faite verbalement et iconiquement (jeu de simulation); c'est en confrontant les récits verbaux et leur "illustration" iconique (découpés manipulés sur le tableau et photographiés à chaque séquence) que nous avons pu dégager certains mécanismes de fonctionnement du sens: si l'enfant modifiait le message d'origine en substituant des éléments par d'autres, à chaque commutation nous pouvions retracer le travail d'un certain nombre de codes.
 - 2- Les définitions données des trois unités sémantiques (initiateur, agent, victime) ont été élaborées à la fois, à partir de celles de Bremond et celles de Greimas, cf., article par A.J. Greimas sur "les actants, les acteurs et les figures" p. 165 in Sémiotique narrative et textuelle, Larousse, 1973.

- L'initiateur de l'action (I): tout personnage qui modifie l'état de chose existant provoquant un changement volontairement ou involontairement.
- L'agent (A): tout personnage qui accomplit une action. L'agent n'est pas nécessairement initiateur de l'action; il peut y avoir un autre initiateur ou encore aucun initiateur.
- La victime (V): tout personnage affecté négativement par le cours des événements ou pour lequel il existe un agent qui accomplit une action dégradante par rapport à ce personnage. L'agent en question deviendra bénéficiaire si son action réussit.

A partir de ces trois unités sémantiques et à la lecture des protocoles et manipulations des enfants, nous avons dégagé trois catégorisations, chaque catégorisation se subdivisant en trois catégories:¹

- 1ère catégorisation: initiateur (I)

- 1) x est initiateur de l'action
- 2) y est initiateur de l'action
- 3) aucun initiateur

- 2ème catégorisation: agent (A)

- 1) x ou y est agent
- 2) x et y sont agents
- 3) aucun agent; x et y sont patients

- 3ème catégorisation: victime (V)

- 1) x est victime
- 2) y est victime
- 3) aucune victime

1- Les catégories sont empiriques; on aurait pu trouver d'autres catégories telles que: x et y sont victimes à la fois, mais ce ne fut pas le cas.

Ces catégorisations nous ont permis d'identifier, pour chaque séquence, des profils narratifs ou simulacres structuraux, que le tableau à la page suivante présente de façon codée.

Exemple de profils narratifs: le 123

- (I) - x est initiateur de l'action (x = vieille dame)
- (A) - x et y sont agents (x = vieille dame; y = écureuils)
- (V) - pas de victime

Cet exemple transcrit l'énoncé des rôles suivants:

Lorsqu'il n'y a pas de victime et que les deux protagonistes ont été agents (chacun leur tour), il y a donc rencontre et entente (tacite) entre les deux.

ETABLISSEMENT D'UN FICHIER EXHAUSTIF DES DECOUPES

Nous avons repéré tous les découpés choisis par chaque enfant à chaque séquence. A ce stade-ci, il s'agissait d'une simple transcription d'éléments iconiques. Comme nous nous intéressions aux supports de signification et que nous avons choisi les "noyaux" comme unité de base, nous avons retenu les trois catégories suivantes de découpés:

- la catégorie des "sujets"
- la catégorie des "objets de quête"
- la catégorie des moyens

Les découpés ainsi relevés et classés pour chaque enfant différent ont fourni la substance d'une analyse de composition interne, à partir de laquelle nous avons pu dégager les traits pertinents susceptibles de fournir un code.

TABLEAU 1: FRÉQUENCES DES TYPES DE PROFILS NARRATIFS, A CHAQUE SÉQUENCE,
POUR L'ENSEMBLE DES SUJETS

	SÉQUENCES		I	II	III	IV	V
	PROFILS	(V)					
	(I)	(A)	MEHACE (222)*	AGRESSION (121)*	AMÉLIORATION (122)*	DÉGRADATION (221)*	RENCONTRE (123-223)*
INITIATEUR VIEILLE DAME	1	1	2	3	14		17
	1	2		1	1		2
	1	1		10	62	8	
	1	2		53			
	1	2					
INITIATEUR ÉCUREUIL	2	3	2	2		1	17
	2	2		11		14	28
	2	1	75			57	11
	2	2	1				
	2	2					
AUCUN INITIATEUR	3	1			1		5
	3	3			1		
	3	3			1		
TOTAL DES SUJETS			80	80	80	80	80

* Codification des séquences-types en fonction des 3 critères sémantiques.

CONCLUSIONS GENERALES

La présente recherche nous a permis de cerner les "ensembles signifiants" ou noyaux de signification, privilégiés par des enfants de 6 et 8 ans, à chaque séquence d'un récit télévisuel et de retracer le travail d'un certain nombre de codes ayant favorisé ces "avenues" du sens.

De plus, nous avons constaté certaines manifestations de l'effet intra et inter-séquentiel. Ces effets de contexte ont favorisé, dans certains cas, la convergence des narrations en fonction du récit-type et dans d'autres cas, la divergence de ces productions narratives vers des directions autres que celles analysées dans les séquences-types.

Indépendamment de l'adéquation au récit-type, plusieurs reprises intelligibles (profils) ont été dégagées à partir des narrations verbales des enfants. Le découpage du récit par séquence ainsi que le matériel des découpés nous ont permis de détecter certains signes du récit "détenteurs" de sens pour l'enfant, et d'en spécifier certaines de leurs caractéristiques (au niveau formel et au niveau du fonctionnement du sens).

Nous nous sommes tenues, dans cette recherche, à un matériel précis, soumis à une population limitée. Notre but fut, en priorité, de retracer les noyaux de sens d'un récit (lorsqu'il est perçu par des enfants), ainsi que les codes les supportant. Notre préoccupation fut pédagogique: nous voulions préciser certaines interrogations posées par les images inscrites dans un syntagme narratif comme supports ou "déclencheurs" d'apprentissages fondamentaux chez le jeune enfant.

Le nombre de structures narratives, pour chaque séquence, fut relativement limité (maximum de six), mais les récits, dans leur forme, sont apparus fort divers. Nous avons donc été amenées à élaborer des critères (de classement des narrations verbales) tout d'abord axés sur les 3 temps forts d'une séquence en termes d'agent(s) éventuel, en acte et de patient(s) victime ou bénéficiaire. C'était là réduire la complexité des différents récits ainsi que leur originalité mais notre but n'était pas l'analyse syntaxique ou rhétorique de ces récits.

Nous allons maintenant dégager globalement les résultats selon deux axes de lecture et terminer sur des considérations d'ordre pédagogique.

Analyse verticale (séquence par séquence)

Cette analyse nous a permis d'identifier, à chaque séquence du récit, des structures narratives autres que celles du récit-type. Ces structures divergentes s'affirment davantage au début et à la fin du récit:

- La première séquence amorce le dynamique du récit et y introduit les "actants"¹. Elle est donc "isolée" puisqu'elle n'a pas été influencée par d'autres séquences - Mais sa position de "première" n'est certes pas la seule explication (des écarts de lecture. Les signes ayant polarisé le sens de cette séquence, occultant particulièrement la fin, sont ceux représentant: la vieille dame furieuse (lançant un seau d'eau) et pointant (comptant ses fleurs). Ces deux "substituts" analogiques (avec prédicats dynamiques) font appel, chez l'enfant, indépendamment de l'âge et du sexe, à des images fortement émotives. Elles sont devenues si "riches" en significations qu'elles ont fixé l'attention de l'enfant et annulé la fonction d'ancrage du verbe à la fin.

D'autre part, un substitut apparaît ambigu et complique la lecture de cette séquence au niveau de l'"objet de quête": les pousses. Le terme est peu ou mal connu des enfants. Visuellement, elles se détachent difficilement du fond. Cette image étant trop pauvre en signification, l'enfant compense en ayant recours à son vécu pour expliquer l'interaction (le conflit) entre les deux personnages: L'"objet de quête" devient les noix ou les graines que certains enfants confondent aux dalles du sentier. Les dalles sont devenues "porteuses" de sens et se sont substituées à l'objet "pousses" qui ne s'est pas imposé en tant que forme prégnante. Cette illustration, par contre, n'est choisie que par les 6 ans. Le sentier tel que représenté dans le film renvoie à une réalité désuète par rapport à aujourd'hui (où tout est asphalté) et appelle un

1- Actants: terme emprunté à J.A. Greimas: nous avons retenu deux catégories d'actants ou classes d'auteurs: les sujets et les objets de quête ainsi qu'une catégorie particulière, celle des "moyens".

sens autre que celui ordinairement attendu. Il est donc important, surtout pour le jeune enfant, avant 7 ans, de lui offrir des substituts non seulement réalistes mais conformes à la réalité qu'il connaît, si l'objectif est d'éviter les glissements de sens.

Enfin, cette séquence repose, au niveau de son résultat, sur le code phonique qui n'est intégré que par un seul enfant. Nous pouvons conclure que l'ensemble des enfants, à cette première séquence, sont surtout attirés par les images, surtout celles qui sont dynamiques et qui renvoient à des référents connus.

- La dernière séquence introduit un nouveau type de rapport entre les protagonistes. Pour la première fois, ils se rencontrent sans heurt. De plus, il n'y a aucun ancrage linguistique sur l'image; cette séquence appelle donc implicitement des significations diverses. Les écarts sont plus marqués chez les 6 ans que chez les 8 ans - Ce sont plus particulièrement les filles de 8 ans qui ont reconstruit la structure-type (avec choix binaire); les garçons de 8 ans optent davantage pour une dynamique narrative fidèle aux séquences antérieures.

Cette dernière séquence nous permet de reconnaître cette difficulté chez l'enfant d'opérer des changements dans un laps de temps limité. En outre, les filles, surtout celles de 8 ans, semblent plus sensibles au contexte indiciel (important dans cette séquence de fermeture) que les garçons. Elles vont davantage raconter le récit en termes de joie et de peine, et choisir des substituts en fonction de leurs prédicats statiques (la mimique). Leurs narrations manifestent cette tendance. Les garçons, pour leur part, semblent attacher plus d'importance aux prédicats dynamiques.

Nous constatons donc que cette dernière séquence, axée sur la rencontre et l'absence de conflit, fait appel à une certaine capacité de décentration par rapport aux événements particuliers du récit. Ce comportement apparaît plus manifeste chez les filles de 8 ans. Le comportement des garçons relève davantage de l'anticipation et l'analyse horizontale nous le confirme.

Enfin, l'âge n'est pas une variable déterminante dans l'identification de la structure type, sauf à la séquence II où les 8 ans ont réajusté davantage leur récit que les 6 ans. Une des explications de cette distance est liée à l'"objet de quête" qui garde encore pour certains enfants de 6 ans le statut de "noix". La lecture se fait indépendamment de la réalité iconique (et phonique) à cause d'une autre réalité qui est celle du vécu. Par contre, elle est en partie intégrée à la fin de cette séquence grâce aux codes techniques et mimiques. Par la suite, l'âge ne déterminera pas les conduites perceptives des enfants sauf à la fin du récit.

Analyse horizontale (d'une séquence à l'autre)

Nous avons pu constater une progression continue de l'identification des fonctions-noyaux types chez les enfants de 6 et 8 ans, tout au long du récit, quand ces fonctions charnières sont supportées à la fois par les codes technique, mimique et phonique (surtout la fonction qui clôt la séquence) et quand les rapports qu'entretiennent les "actants" sont redondants.

Cette progression est plus rapide chez les enfants de 8 ans que chez ceux de 6 ans. Ceci s'explique par un taux d'identification de la structure-type plus élevé chez les 8 ans, dès la séquence II. En outre, aucune différence significative ne distingue les garçons de 6 ans de ceux de 8 ans dans cette progression. Par contre, une différence plus marquée apparaît chez les filles de 6 et 8 ans. Enfin, les garçons, indépendamment de l'âge, anticipent davantage les fonctions-noyaux types du récit que les filles. Cette anticipation plus caractéristique des garçons (bien que non significative statistiquement parlant) apparaît être une explication de la chute dans l'identification à la dernière séquence: l'enfant ne peut théoriquement anticiper les événements propres à cette séquence car c'est un revirement complet par rapport aux précédentes. Nous avons, d'une part, la rencontre qui est relevée par tous mais, d'autre part, la justification de l'échange prend deux grandes directions: la première qui opte pour le conflit renouvelé et la seconde, pour l'entente. C'est le code mimique qui a particulièrement dirigé ces lectures mais n'étant pas jumelé au code phonique, il a été ancré par les investissements personnels des enfants. Le conflit renouvelé était logiquement attendu et a contribué à structurer la perception des enfants en général et plus particulièrement celle des garçons.

Cette différence d'attitude fut également observée dans une autre recherche menée en France par A.M. Thibault-Laulan, avec des adolescents¹. L'auteur conclut que la lecture événementielle (plus caractéristique des garçons) n'a pas favorisé la compréhension du symbole. Il est donc intéressant de noter que cette différence semble déjà se manifester avant l'âge de 12 ans.

Des recherches ultérieures devraient tenter de préciser cette question afin de mieux connaître nos enfants et favoriser chez eux un développement faisant appel non seulement à des activités logiques, mais favorisant aussi "les puissances de l'imaginaire". Ces dernières contribuent au développement de cette capacité fondamentale qu'est l'abstraction.

Apports à la psychologie et pédagogie

Comme il en est de toute étude spécifique, notre travail permet quelques constatations valables du point de vue de la psychologie générale. Nous allons donc parler de l'apport de nos résultats de ce point de vue général.

L'analyse des données particulières aux séquences d'un récit nous a permis d'expliquer partiellement les écarts de lecture observés:

"Si la vision synchrétique est impartiale, c'est qu'elle ne fait pas cette différence entre la figure et le fond. Aussi néglige-t-elle également ce qui paraîtrait important à la vision analytique mais cette négligence n'entraîne pas le chaos et encore moins l'absence de structure."²

La saisie synchrétique de la réalité visuelle s'exprime à travers plusieurs récits d'enfants, aussi bien ceux de 6 ans que ceux de 8 ans. Elle a entraîné par le fait même des glissements de sens sans pour autant introduire l'incohérence ou la contradiction. Au contraire, ces écarts ont mis en évidence d'une part la richesse du récit télévisuel et, d'autre part, celle des opérations mentales qu'ils ont suscitées (exploration, sélection, appréhension de ce qui est essentiel, simplification, analyse).

1- A.M. Thibault-Laulan, *Le langage de l'image*, Editions Universitaires, Paris, 1971.

2- Anton Ehrenzweig, *L'ordre caché de l'art*, Editions Gallimard, Paris, 1974, p. 43.

Nous ne pouvons, à la lumière de ces résultats, que déplorer l'enseignement valorisant un seul sens, une seule "bonne réponse". Cette vision "partiale" de l'apprentissage insiste davantage sur la performance que sur la compétence de l'étudiant. Dans notre cas, l'adéquation au récit-type fait preuve avant tout d'une certaine performance du sujet à reproduire (à se rappeler) la structure-type; par contre, les récits divergents demandent, dans bien des cas, une organisation s'appuyant sur des opérations que le sujet doit structurer autour d'indices fournis par le récit. Il fait preuve avant tout d'une compétence narrative, intégrant dans un récit un ensemble d'éléments puisés à la fois dans son répertoire culturel, dans les images et entre les images puisque le récit doit être investi de sens à tout moment.

Notre procédure expérimentale ainsi que notre matériel d'investigation du récit ont mis en évidence des processus opératoires que l'enseignement au primaire se doit de développer. Mais comme les récits filmiques ou télévisuels ont cette caractéristique d'être "fugitifs", il faut prévoir des stratégies permettant non seulement une lecture plus en profondeur mais également une participation¹ des enfants pour éviter d'entretenir la passivité qui n'est certes pas seulement le lot de la télévision!

Enfin, indépendamment du traitement narratif comme tel, la télévision offre une "pléthore de signifiants sociaux" que l'école, encore aujourd'hui, ose à peine exploiter.

Et pourtant, le journal en classe a sa place; mais il est vrai que les signes étudiés sont des mots et qu'ils ne s'enfuient pas...

1- Au sens "moteur" du terme dont le maniement.

ANNEXE 1

SYNOPSIS DU RÉCIT:

"LA VIEILLE DAME DE LA RUE DU FRAIS RUISSEAU"¹

C'est l'histoire d'une vieille dame aux prises avec une famille d'écureuils.

Dès le printemps, le jardin de la vieille dame devient "objet" de convoitise pour ces petits rongeurs. Cette vieille dame va tenter différentes stratégies pour les empêcher de manger ses fleurs: la naphthaline puis le poivre rouge. Les écureuils persévèrent malgré tout, le jardin prospère malgré eux...

Or, un matin d'octobre, un écureuil vient sur le bord de la fenêtre où se berce la vieille dame: première rencontre. Elle est surprise et l'écureuil s'enfuit en laissant un gland: étourderie, cadeau? La vieille dame sourit en prenant le gland.

La neige qui tombe annonce l'hiver, marque la fin du conflit et clôt le récit.

1- Au Canada, le film ou vidéo-couleur 3/4 est disponible à la vidéothèque de l'Université de Montréal.

En France, le film seulement fut acheté par l'Agence de coopération culturelle et technique (19, avenue de Messine, 75008, Paris).

ANNEXE 2

Tableau récapitulatif des séquences du film*

SEQUENCE INITIALE:

Introduction

Fausse séquence. Elle sert à situer le récit dans le temps et dans l'espace (hiver/quartier, maison, jardin).

(perspective de vieille dame)

SEQUENCE 1: MENACE

- danger: fleurs menacées
- agression
- danger évité — désir de protection

SEQUENCE 2: AGRESSION

- obstacle à éliminer
- processus en cours (naphtaline)
- échec du moyen (2 tulipes sont happées)

SEQUENCE 3: AMELIORATION

- désir d'amélioration
- nouveau moyen (poivre rouge)
- succès du moyen + satisfaction (les coquelicots)

SEQUENCE 4: DEGRADATION

- -----
- dégradation en cours (l'écureuil arrache le coquelicot)
- dommage subi — tristesse

(un dommage subi peut ouvrir deux possibilités: vengeance possible de l'agressé ou rachat du coupable. C'est un choix que fait le narrateur)

SEQUENCE 5: RENCONTRE

- -----
- processus de rencontre initié par l'écureuil
- noir positif (réconciliation)
- agressif (conflit continue)

REMARQUE: Dans la 2e séquence, le processus de protection se spécifie par la mise en oeuvre d'un moyen. Dans la 3e séquence, le processus d'amélioration se spécifie en processus de neutralisation. Dans les deux cas, ces spécifications sont amenées par des fonctions enclavées.

**Analyse comparative de l'effet de
l'illustration sur la lisibilité
de six textes illustrés**

**par Joachim Reinwein
Département de Linguistique
Université du Québec à Montréal**

***Séminaire sur la Représentation*
21 novembre 1986 - n^o. 15**

**Note: La publication de ce séminaire est rendue
possible grâce à une subvention du fonds FCAR.**

En 1966 paraissaient, sous le titre "Let's read", plusieurs livres de lecture qui avaient la particularité de ne contenir aucune illustration. L'un des auteurs de ce matériel était nul autre que le linguiste bien connu L. Bloomfield. Les auteurs de ces livres de lecture défendaient le point de vue que l'apprentissage de la lecture se réalise mieux sans la présence distrayante - affirmaient-ils - de l'illustration.

De nos jours, peu de "praticiens" - qu'ils soient pédagogues, auteurs ou éditeurs - partagent ce point de vue: les livres scolaires sont, plus que jamais, abondamment illustrés: images, photos, dessins réalistes ou schématisés, pictogrammes, diagrammes, graphiques, etc. Les divers "codes" picturaux cohabitent de façon des plus variées avec le texte écrit. Le recours de plus en plus systématique à l'image se manifeste un peu partout: en mathématiques, en sciences sociales, en sciences de la nature; en langue maternelle ou en langue seconde; dans le matériel didactique comme dans la littérature de jeunesse; dans les livres comme dans les journaux et les divers périodiques populaires ou spécialisés.

On a de bonnes raisons de croire que la présence des divers "codes" picturaux dans la communication écrite n'est pas gratuite et qu'ils jouent effectivement un rôle que l'écrit n'est pas en mesure d'assumer adéquatement. Cet article essaie de montrer comment l'effet de l'illustration sur le lecteur d'un texte illustré peut être mesuré. Plus précisément, il présente et justifie un instrument de mesure permettant de répondre aux questions suivantes: Comment déterminer l'apport de l'illustration à la compréhension d'un texte? Quelle est l'ampleur de l'effet de l'illustration? Est-il positif, neutre ou négatif? L'effet pictural d'un texte donné est-il supérieur ou inférieur à celui d'un autre texte?

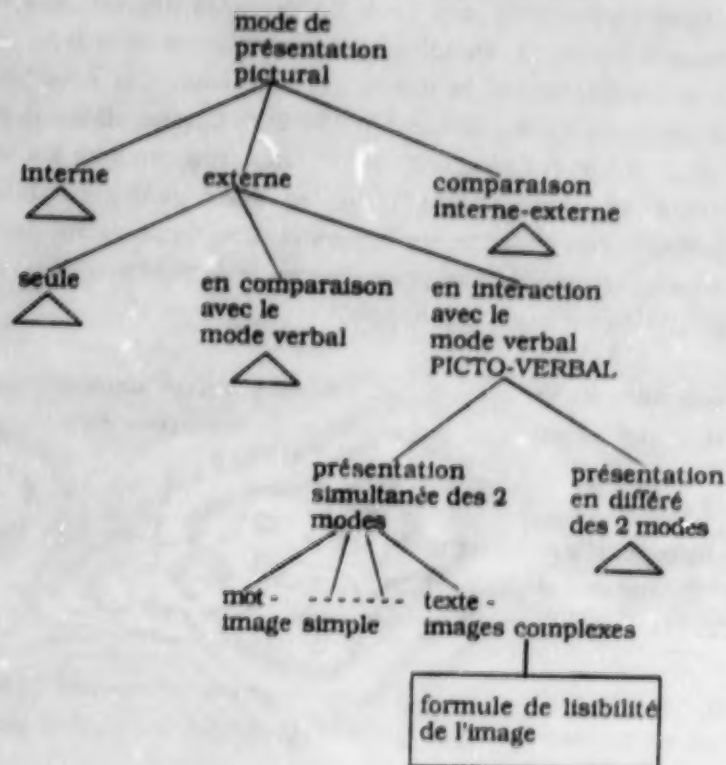
L'instrument de mesure (test) qui est censé répondre à ces questions se sert de la technique bien connue de closure (restitution, par le lecteur, de mots omis aléatoirement). En appliquant cette technique aux versions illustrée et non illustrée d'un même texte, on obtient deux scores-closure. L'écart entre ces deux scores, comme on verra, indique l'apport de l'illustration sur la lisibilité d'un texte et sa compréhension par le lecteur. Pour mieux situer la portée de cet instrument de mesure, passons en revue les recherches qui portent soit sur l'image seule, soit sur l'image comme support ou complément du code verbal.

Note: La présente recherche a été rendue possible grâce à une subvention du M.E.Q. et de l'Université du Québec à Montréal (PAFAC).

1. Revue schématique de quelques recherches picturales et picto-verbales

Il existe habituellement un certain décalage temporel entre théorie et pratique, entre l'exploitation didactique d'un phénomène et sa vérification par des méthodes scientifiques dans des conditions expérimentales contrôlables. Ce décalage est particulièrement important dans le cas de l'utilisation des illustrations à des fins didactiques. En effet, bien que l'utilisation des illustrations remonte tout au moins au 17^e siècle (on cite habituellement l'ouvrage encyclopédique de J. Amos Comenius, paru en 1658 sous le titre "Orbis pictus sensualium", comme le précurseur des livres imagés - voir Alt (1970) et Doderer & Müller (1973: 43-45) - ce n'est que depuis une vingtaine d'années que ce phénomène attire, de manière plus constante, l'attention des chercheurs - principalement de psychologues et de psycholinguistiques. Il n'est donc pas surprenant que les recherches portant sur l'image soient encore peu nombreuses. Ceci est particulièrement vrai pour les recherches picto-verbales, c'est-à-dire portant sur l'interaction entre le verbal (discours oral ou écrit) et le pictural (image interne ou externe). La figure 1 donne une vue d'ensemble des principales analyses picturales selon la variable indépendante manipulée dans les recherches en question:

Figure 1
Typologie des recherches picturales



L'image peut être investiguée comme mode de présentation interne (image mentale générée par le sujet lui-même) ou externe (image mentale imposée au sujet par un stimulus extérieur tel l'illustration, la photo,...). Il est également possible d'analyser les modes de présentation interne et externe en les comparant l'un à l'autre. Le mode pictural externe, pris seul, a donné lieu aux analyses les plus diverses: la compréhension de livres d'images par le jeune lecteur (Danaet-Léger 1980); la compréhension de pictogrammes (Caron, Jamieson & Dewar 1980; Cairney & Sless 1982); l'identification de signaux routiers (Dewar & Ellis 1977); le rappel d'images (Nickerson 1965; Standing, Conezio & Haber 1970; voir aussi la revue de la littérature dans Paivio 1971); la perception d'images et les mouvements oculaires (Wolf 1971; Reid & Miller 1980); la compréhension d'images incomplètes (Gollin 1960; Cox & Fletcher 1976; Higgins 1980); l'effet de l'image sur la production de discours oraux d'enfants (Samson & Wescott 1983; Legenza & Knaflle 1978). Mentionnons aussi les recherches portant sur le mode pictural externe non figuratif, c'est-à-dire comprenant des codes picturaux tels les graphiques, les tableaux, les cartes géographiques ou routières (Modley 1937; Bertin 1967; Beeby & Taylor 1975; Potash 1977; Phillips 1979; Sandford 1980; Bartram 1980, Alvermann 1983). Au lieu d'analyser le mode pictural externe pour lui-même, on peut le comparer à un autre mode de communication, le mode verbal en l'occurrence. Depuis les années soixante, et plus particulièrement depuis la parution de l'ouvrage "Imagery and Verbal Processes" (Paivio 1971), les modes verbal et pictural ont été comparés à différents niveaux d'analyse (mot vs image, phrase vs image, texte vs image(s)) et à l'aide de variables dépendantes diverses (rappel, reconnaissance, compréhension,...). De toutes les comparaisons de ce type, celle du rappel de mots et d'images est probablement la mieux explorée (voir, par exemple, les références bibliographiques dans Paivio 1979: 182-183 et 199-200; Corsini, Jacobus & Leonard 1969; Ghatala & Levin 1973; Potter & Faulconer 1975). Lorsqu'on compare les modes pictural et verbal l'un à l'autre, on aimerait savoir si les deux modes produisent des effets significativement différents l'un de l'autre sur la mesure dépendante (temps de réaction pour des fins d'identification ou de reconnaissance d'items, score de compréhension ou de rappel,...): les mots sont-ils supérieurs ou inférieurs aux images?

Au lieu de comparer les versions picturale et verbale d'un matériel l'une avec l'autre, on pourrait les comparer avec une version picto-verbale, i.e. comprenant les deux modes à la fois. Exemple:

- Version A: texte seul (version verbale)
- Version B: illustrations seules (version picturale)
- Version C: texte illustré (version picto-verbale).

Dès que l'intérêt principal porte sur la comparaison de la version C avec soit la version A soit la version B, on est en présence de ce qui sera appelée ici une analyse picto-verbale. Si on

tient à évaluer la contribution de l'illustration à la compréhension qu'ont les lecteurs d'un texte illustré, on n'a qu'à mesurer l'écart entre les versions A et C. Lorsqu'on s'intéresse à l'effet du texte sur la compréhension du texte illustré, on compare les versions B et C. Dans les recherches psycholinguistiques concernant le rôle de l'illustration dans les premiers apprentissages en lecture, l'intérêt principal porte sur la comparaison des versions A et C, la version B étant souvent même omise dans le plan expérimental.

Habituellement, les composantes picturale et verbale de la version C sont présentées simultanément au sujet (le lecteur, par exemple). Il est possible cependant de présenter la version C sous forme chronologique, la composante verbale étant systématiquement précédée ou suivie dans le temps de la composante picturale. La présentation en différé d'informations est à la base des recherches portant sur les soi-disant éléments pré-organisateurs ("advance organizers") où l'on tente d'investiguer l'effet de certaines informations fournies au préalable au sujet sur sa compréhension du texte lu ou entendu (Ausubel 1960, Ausubel 1978, Weisberg 1970, Dwyer 1971 et en particulier Barnes & Clawson 1975 qui passent en revue 32 études en la matière). Les éléments pré-organisateurs peuvent être de nature verbale ou picturale. Lorsque le texte non illustré est précédé d'un élément pré-organisateur pictural, on est en présence d'une analyse picto-verbale. Un exemple pour ce type d'analyse est l'étude de Bransford & Johnson (1972). Dans cette étude comprenant quatre expérimentations, on a présenté à des sujets un texte, difficile à comprendre, selon cinq versions: (a) écoute d'un passage, (b) écoute répétée d'un passage, (c) écoute d'un passage précédée de la vue d'une illustration, (d) écoute d'un passage précédée de la vue d'une illustration partielle, (e) écoute d'un passage suivie de la vue d'une illustration. Selon les résultats obtenus à l'aide d'un post-test (variables dépendantes: compréhension, rappel), le traitement (c) donne des scores significativement supérieurs à deux des quatre autres versions. En simplifiant quelque peu, on peut dire que les recherches portant sur le rôle de l'illustration dans les premiers apprentissages en lecture ("apprendre à lire") s'intéressent à l'analyse de l'effet de l'illustration sur le texte lorsque les composantes picturale et verbale sont présentées au lecteur simultanément, tandis que la présentation en différé des composantes picturale et verbale (l'analyse de l'effet de l'élément pré-organisateur pictural sur le texte) a donné lieu surtout à des recherches portant sur la compréhension de textes par des lecteurs avancés ("lire pour apprendre").

Finalement, quel que soit le mode de présentation (simultané, différé), les composantes picturale et verbale de la version picto-verbale peuvent être de complexité variable: mot - image simple, mot - image complexe, phrase - image simple, phrase - image complexe, texte - image(s) complexe(s). La mise en correspondance mot - image est une technique d'enseignement, bien connue dans le milieu scolaire, censée permettre au lecteur débutant d'acquérir un certain vocabulaire visuel de base. Notons cependant qu'il n'y a pas d'unanimité à ce sujet, les interprétations des résultats expérimentaux par les défenseurs de "l'hypothèse de l'attention

focale" (Samuels 1967; Harzem, Lee & Miles 1976) et ceux de "l'hypothèse contextuelle" (Denburg 1976-77; Montare, Elman & Cohen 1977; Arlin, Scott & Webster 1978-79) étant diamétralement opposées (voir Reinwein 1985: 2-8). La mise en correspondance phrase - image a été une technique d'enseignement couramment employée dans les soi-disant méthodes audio-visuelles en langues secondes. Malgré cela, les seules analyses picto-verbales à ce niveau concernent l'apprentissage de la lecture en langue maternelle (Hartley 1970; Singer, Samuels & Spiroff 1974-75; Denburg 1976-77).

La très grande majorité des recherches picto-verbales porte sur l'interaction entre le texte et l'illustration. Levie & Lentz (1982) est la revue la plus complète à ce jour de ces recherches. Les recherches retenues par Levie & Lentz (1982) comprennent les travaux portant sur (a) le texte écrit (pas le discours oral); (b) le discours suivi et cohérent (pas de listes de mots, phrases isolées, etc.); (c) les illustrations externes (pas d'images internes, i.e. générées par le lecteur ou l'interlocuteur); (d) les illustrations figuratives (pas de graphiques, tableaux, etc.); (e) la comparaison entre le texte illustré et le texte seul. La présente étude vise également à étudier l'effet de l'illustration sur le texte. Plus précisément, elle vise à déterminer l'ampleur de l'effet pictural sur la lisibilité d'un texte à l'aide de la formule de lisibilité de l'image qui suit:

Closure illustré - Closure seul = Effet de l'illustration sur la lisibilité d'un texte illustré

ou, en bref:

$C_i - C_s = \text{Effet pictural.}$

La deuxième partie du présent travail traite du choix de la mesure dépendante appropriée dans une analyse picto-verbale portant sur le texte illustré. On y essaiera de montrer en quoi le closure s'avère supérieur à d'autres mesures dépendantes, et en particulier aux divers tests critériés à choix multiple, lorsqu'il s'agit d'analyser l'effet de l'illustration sur la lisibilité d'un texte illustré et sa compréhension par le lecteur. Dans la troisième partie finalement, la soi-disant formule de lisibilité de l'image sera appliquée aux résultats expérimentaux provenant de six textes illustrés (dont trois bandes dessinées).

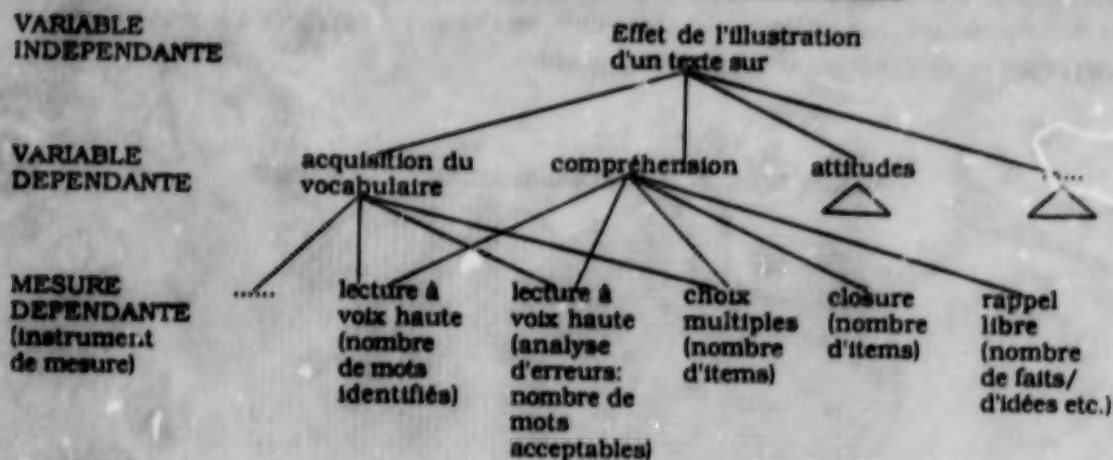
2. Le choix de la mesure dépendante dans une recherche picto-verbale

La sélection d'une mesure dépendante doit se faire en fonction de sa validité. On peut définir la validité d'une mesure "comme la propriété que possède un instrument de mesurer ce qu'il prétend mesurer et de nous fournir les renseignements dont nous avons précisément besoin pour connaître et évaluer le phénomène qui nous intéresse" (Tousignant 1982: 173). On

distingue habituellement entre deux types de validité interne, à savoir la validité de contenu et la validité de construit ("construct validity"). Dans une recherche picto-verbale portant sur le texte illustré, la validité de contenu de l'outil de mesure (un test, par exemple) exige que l'échantillon prélevé à des fins de mesure soit représentatif de l'ensemble du texte illustré. Dans cette deuxième partie, on essaiera de montrer les problèmes que soulève le contrôle de la représentativité de l'échantillon sur le plan picto-verbal. La validité de construit, d'autre part, exige que le phénomène investigué expérimentalement (par exemple, la compréhension du lecteur) soit opérationnalisé de manière à respecter la ou les définitions opérationnelles du phénomène en question (par exemple, compréhension = nombre de faits rappelés). Soulignons que les problèmes que soulève le concept de validité de construit sont d'autant plus complexes et difficiles à résoudre que l'argumentation en faveur d'une définition opérationnelle plutôt qu'une autre peut facilement devenir circulaire et arbitraire. Par exemple, la compréhension est définie par le recours à un test X et, à l'inverse, le test X sert à déterminer ce qu'est la compréhension.

Dans les recherches picto-verbales portant sur le texte illustré, divers instruments de mesure ont été utilisés pour quantifier l'effet de l'illustration sur la variable dépendante:

Figure 2
Choix de la mesure dépendante (instrument de mesure)



Comme le montre la figure 2, l'effet de l'illustration sur la compréhension a été mesuré à l'aide de différents instruments de mesure: tests critériés à choix multiple, rappel libre, lecture à voix haute, test de closure. Comment peut-on justifier le choix d'un instrument de mesure? Sont-ils aussi bons les uns que les autres?

Il semble bien que non. Sur le plan méthodologique, les tests à choix multiple, par exemple, soulèvent plusieurs interrogations sérieuses (Anderson 1972; Klare 1984; Hooper

1986). Ils semblent inférieurs au test de closure tout au moins à deux égards:

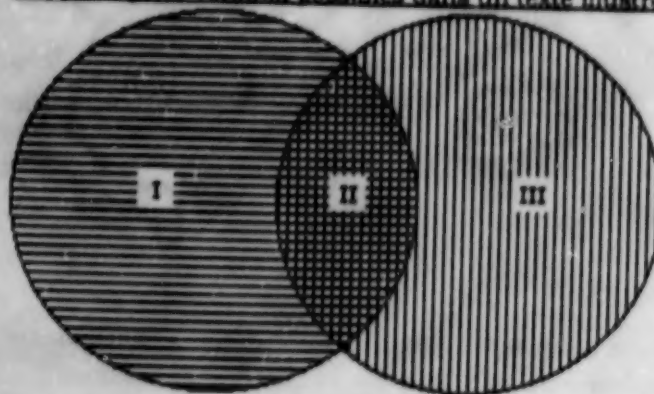
"Some writers have maintained that it (= cloze) is at least superior to a multiple-choice measure for several reasons. For one, cloze uses the text itself as the test; this avoids the problem of easy questions on hard text and hard questions on easy text. For another, use of the possible n (e.g. five) forms of an every- n th deletion ratio means that the entire text has been tested; this avoids the sampling problem" (Klave, 1984: 706).

Bien sûr, l'instrument de mesure choisi doit être pertinent par rapport à la variable dépendante qu'il est censé opérationnaliser, la compréhension (validité de construit). Une telle discussion dépasserait cependant le cadre du présent travail. En effet, la compréhension est un objet d'analyse fort complexe et sa définition est loin de faire l'unanimité parmi les chercheurs. Pour les fins de la présente discussion, on présumera plutôt que chacun des instruments de mesure utilisés (fig. 2) soit en principe une opérationnalisation défendable, et ce tout en étant conscient que le choix d'un instrument de mesure influe en partie sur la définition de ce qu'est ou devrait être la compréhension (telle mesure valorise davantage le rappel des idées principales d'un texte, telle autre le rappel exhaustif des faits).

Nous discuterons du choix de la mesure dépendante appropriée plutôt par rapport à sa validité de contenu (représentativité des items d'un test picto-verbal). Pour ce faire, il peut être utile de schématiser d'abord comme suit les différents rapports possibles qui peuvent exister entre le texte et les illustrations qui l'accompagnent:

Figure 3

Rapports picto-verbaux possibles dans un texte illustré



TEXTE ILLUSTRE

-  information verbale
-  information picturale

Selon la figure 3, dans un texte illustré, l'information peut être fournie au lecteur:

- par le texte seul (information de type I);
- par le texte et l'illustration (information de type II);
- par l'illustration seule (information de type III).

Dans une expérimentation auprès de cinq groupes de lecteurs, Jahoda, Cheyne, Derogowski, Sinha & Collingbourne (1976) ont montré que le statut picto-verbal d'une information, c'est-à-dire son appartenance au type I, II ou III, a des incidences significatives sur la mesure dépendante. Jahoda et al. (1976) ont testé le rappel d'informations présentées dans deux textes illustrés auprès de lecteurs dont l'âge variait de 14 à 23 ans sous trois versions différentes (texte seul, illustrations seules, texte et illustrations). Après la lecture des textes dans une des trois versions, les lecteurs ont été soumis à un test à choix multiple dont tous les items portaient sur des informations présentées à la fois dans le texte et dans les illustrations. Ainsi, chacune des trois versions permettait en principe au lecteur de trouver la réponse correcte aux items du test. Dans le cas des cinq groupes testés (Ecosse: $n = 123$ et 127 ; Indes: $n = 240$; Ghana: $n = 146$; Kenya: $n = 302$), le rappel des lecteurs du groupe expérimental "texte et illustrations" était significativement supérieur au rappel des groupes "texte seul" et "illustrations seules", tandis que ces deux derniers groupes expérimentaux n'étaient pas significativement différents l'un de l'autre.

Ce résultat montre clairement l'importance de contrôler le statut picto-verbal des items retenus dans un test (instrument de mesure). Les conclusions auxquelles arrivent Levie & Lentz (1982) font également voir la nécessité d'un contrôle rigoureux du statut picto-verbal des items d'un test. Levie & Lentz (1982) ont catégorisé un nombre considérable de recherches picto-verbales selon que le test utilisé portait sur des informations de type I seulement, sur des informations de type II seulement ou sur des informations de type I et II. (Notons cependant que cette catégorisation nous semble quelque peu problématique, étant donné le manque de renseignements pertinents en ce qui concerne le statut picto-verbal dans plusieurs des recherches revues). Levie & Lentz (1982) concluent que:

- (a) "Illustrations facilitate learning the information in the written text that is depicted in the illustrations" (p. 213).
- (b) "Illustrations have no effect on learning text information that is not illustrated" (p. 213).
- (c) "When the test of learning includes both illustrated and nonillustrated text information, a modest improvement may often result from the addition of pictures. (...) When the test was a mixture of illustrated and nonillustrated text information, the average advantage of pictures fell between the outcomes of testing just illustrated text information and just nonillustrated text information" (p. 213).

Même en relativisant quelque peu la portée de ces conclusions à la lumière de la remarque ci-haut, force est de constater que la sélection des items d'un test semble être cruciale au point qu'elle puisse, à elle seule, déterminer le résultat expérimental: si les items du test ne portent que sur les informations fournies par le texte et l'illustration en même temps (informations de type II), il faut s'attendre à ce que l'effet diagnostiqué de l'illustration soit significatif (cf. conclusion a); si, par ailleurs, les items du test ne portent que sur les informations fournies par le texte seul (informations de type I), il faut s'attendre à ce que l'effet diagnostiqué soit non significatif (cf. conclusion b); finalement, si les items du test comprennent aussi bien des informations fournies par le texte seul (I) que des informations fournies par le texte et l'illustration en même temps (II), l'effet de l'illustration semble dépendre de la proportion qui existe entre les deux types d'informations (cf. conclusion c): l'effet de l'illustration a d'autant plus de chances d'être significatif que le pourcentage d'items de type I est élevé et, d'autre part, celui d'items de type II peu élevé.

A la lumière des conclusions et constatations de Jahoda et al. (1976) et de Levie & Lentz (1982), on se rend compte de l'importance du fait que l'instrument de mesure (test) soit représentatif de l'ensemble du texte illustré sur le plan picto-verbal en général et, plus spécifiquement, en ce qui concerne la proportion qui doit exister entre les items du test faisant référence à des informations des types I et II. Par exemple, si un texte illustré comprend deux fois plus d'informations fournies par le texte seul (type I) que d'informations fournies par le texte et l'illustration (type II), il faudrait que le test reflète fidèlement cette proportion:

$$\frac{X\% \text{ d'informations de type I}_{\text{texte}}}{Y\% \text{ d'informations de type II}_{\text{texte}}} = \frac{X\% \text{ d'items de type I}_{\text{test}}}{Y\% \text{ d'items de type II}_{\text{test}}}$$

Un instrument de mesure non représentatif sur le plan picto-verbal risque de surestimer ou de sous-estimer l'impact réel de l'illustration sur la lisibilité d'un texte et sa compréhension par le lecteur. Lorsque le pourcentage d'items de type II (test) est supérieur au pourcentage d'informations de type II (texte), le test surestime l'effet réel de l'illustration. Si c'est l'inverse, le test sous-estime l'ampleur de son effet. Dans ce dernier cas, il se pourrait que le test ne soit pas en mesure de déceler un effet pourtant significatif. En bref, on peut formuler comme suit la première exigence à laquelle doit satisfaire un test picto-verbal:

Première exigence: L'instrument de mesure (test) reflète fidèlement la proportion qui existe, au niveau de l'ensemble du texte illustré, entre les informations des types I et II.

Par ailleurs, les items d'un test picto-verbal ne doivent faire référence qu'à des informations fournies dans le texte (types I et II). Les items portant sur des informations fournies par l'illustration seule (type III) doivent être exclus du test pour une raison relative au plan d'expérience des expérimentations picto-verbales. Rappelons ici que pour analyser l'effet de l'illustration en lecture, on compare la performance d'un groupe de lecteurs qui lisent un texte illustré avec celle d'un deuxième groupe de lecteurs qui lisent le même texte sans illustration, l'ampleur de l'effet pictural étant indiquée par la différence entre les deux groupes. Or, on ne peut raisonnablement exiger des lecteurs de la version non illustrée du texte qu'ils retiennent des informations que leur version ne contenait pas, c'est-à-dire les informations de type III. L'inclusion des informations de type III dans le test aurait pour effet de "gonfler" artificiellement l'écart entre les deux groupes de lecteurs (au détriment du groupe sans illustration), surestimant, par ce fait même, l'effet réel de l'illustration sur la compréhension du texte lu. Par ailleurs, les items qui ne font pas référence du tout au texte illustré (type IV: - texte, - illustration) doivent évidemment être exclus aussi du test parce qu'ils ne permettent pas de vérifier la compréhension du texte lu:

Deuxième exigence: Les items de l'instrument de mesure (test) ne font référence qu'à des informations fournies dans le texte (types I et II).

Finalement, la troisième exigence à l'égard d'un test picto-verbal se lit comme suit:

Troisième exigence: L'instrument de mesure (test) permet des comparaisons directes entre différents textes illustrés.

La troisième exigence stipule que le test doit permettre la comparaison directe des résultats expérimentaux provenant de différents textes illustrés. Le test devrait permettre, plus spécifiquement, de comparer - voir tableau 1 - (1) les versions illustrée et non illustrée d'un même texte; (2a) l'efficacité relative de deux ou plusieurs illustrations par rapport à un même texte; (2b) l'efficacité relative d'une même illustration par rapport à deux ou plusieurs textes; (2c) l'efficacité relative de deux ou plusieurs illustrations correspondant à deux ou plusieurs textes:

Tableau 1

Type de comparaison	Pertinence
(1) Comparaison des versions illustrée et non illustrée d'un texte.	Déterminer l'effet de l'illustration sur le texte.
(2) Comparaison d'un texte illustré avec un deuxième texte illustré:	
(a) texte ₁ = texte ₂ ill. ₁ = ill. ₂	Choisir l'illustration la plus fonctionnelle en fonction des exigences du texte.
(b) texte ₁ = texte ₂ ill. ₁ = ill. ₂	Adapter le texte aux exigences de l'illustration.
(c) texte ₁ = texte ₂ ill. ₁ = ill. ₂	Comparer l'effet de l'illustration dans différents textes.

2.1 Le test à choix multiple

Parmi les divers instruments de mesure utilisés jusqu'ici, le test critérié à choix multiple est de loin le plus populaire en matière d'analyse picto-verbale. Dans ce test, le lecteur, après avoir lu le texte illustré, répond à des "questions de compréhension" en choisissant parmi plusieurs réponses (habituellement quatre) celle qui convient. Dans le cas du test critérié à choix multiple, les réponses du lecteur sont standardisées et faciles à quantifier, ce qui pourrait expliquer en partie sa popularité. Par contre, rappelons que le test critérié à choix multiple peut être critiqué pour plusieurs faiblesses méthodologiques (Anderson 1972; Klare 1984; Hooper 1986 - voir ci-haut). A première vue, il semble possible de concevoir un test picto-verbal qui respecte tout au moins les deux premières exigences formulées précédemment. Malheureusement, la plupart des recherches ayant recours au test à choix multiple sont peu

explicites en ce qui concerne la procédure de sélection des items du test. Ce n'est qu'exceptionnellement que les items du test utilisés sont annexés au travail. Il en est de même des illustrations utilisées dans les expérimentations: souvent elles ne sont ni annexées, ni identifiées par une référence bibliographique, ni décrites verbalement de manière suffisamment détaillée pour qu'on puisse se prononcer sur le statut picto-verbal des items du test. De plus, on ne trouve généralement pas de commentaires qui témoigneraient du fait qu'une telle réflexion ait réellement eu lieu lors de la sélection des items du test. Le tableau 2 présente les principales recherches picto-verbales à choix multiple:

Tableau 2
Recherches pïcïo-verbales à choix multiple

Auteur	Valeurs de la variable (picturale) indépendante	Instrument de mesure (test)	Statut pïcïo-verbal des items	Résultat (effet principal)
Burdick (1959)	(a) texte seul (b) texte + dessins (coupe en travers) (c) texte + dessins en perspective	Score composite: (a) <u>Choix multiple</u> (compréhension) 21 items, 5 choix par item (b) <u>Questions</u> (compréhension) 15 items, 3 choix par item (vrai, faux, impossible de répondre)	test et illustrations sont annexés; aucun renseignement concernant la sélection des items	ns
Weintraub (1960)	(a) texte seul (b) illustrations seules (c) texte et illustrations	<u>Choix multiple</u> (idées principales de l'histoire)	?	sig
Pederson (1970)	(a) texte seul (b) texte + illustrations	<u>Choix multiple</u> (compréhension littérale et inférentielle) 10 items par texte (6 textes), 4 choix par item	test est annexé; aucun renseignement concernant la sélection des items	ns
Moore (1974)	(a) texte seul (b) texte et illustrations	<u>Choix multiple</u> (compréhension) 20 items verbaux et picturaux, 4 choix par item	test et illustrations sont annexés; aucun renseignement concernant la sélection des items	ns
Holliday (1975)	(a) texte seul (b) texte + illustrations	<u>Choix multiple</u> 30 items (pas de spécification)	aucun renseignement concernant la sélection des items	sig
Rasco, Tenneyson & Boutwell (1975) 3 expér.	mode de présentation (a) texte seul (b) texte + dessins stratégie (a) image mentale (b) pas d'image mentale	Score composite: (a) <u>Choix multiple</u> 6 items, 4 choix par item (b) <u>Questions</u> 28 items, 2 choix par item (vrai, faux) (c) <u>Question à développement</u> 1 item (expér. 3: 20 choix multiples)	aucun renseignement concernant la sélection des items	Expér. 1: ns, sig Expér. 2: ns, ns Expér. 3: sig, sig

Tableau 2 (suite)

Auteur	Valeurs de la variable (picturale) indépendante	Instrument de mesure (test)	Statut photo-verbal des items	Résultat (effet principal)
Holliday & Harvey (1976)	(a) texte (b) texte + dessins	Choix multiple 21 items verbaux, nombre de choix par item n'est pas précisé	type II (?)	sig
Jahoda, Cheyne, Derogowski, Sinha & Collingbourne (1976) Exp. I, II	mode de présentation (a) pictural (b) verbal (c) pictural + verbal mode de réponse (a) pictural (b) verbal	Choix multiple 30 items picturaux ou verbaux, 3 choix par item.	types I, II et III (variable indépendante de l'expér.)	sig (mode de présentation) ns (mode de réponse)
Jahoda, Cheyne, Derogowski, Sinha & Collingbourne (1976) Exp. II	Statut photo-verbal de l'information (a) pictural (b) verbal (c) pictural et verbal	Questions 30 items	idem	sig
Thomas (1978)	(a) texte (b) texte et dessins au trait (c) texte et photographies en couleur	Questions pas de spécification	?	ns
Omaggio (1979)	(a) version sans images (b) - (e) versions avec images	Score composite: (a) Choix multiple 10 items (nombre de choix par item n'est pas précisé) (b) Questions 10 items (vrai, faux)	aucun renseignement concernant la sélection des items	sig

Tableau 2 (suite)

Auteur	Valeurs de la variable (picturale) indépendante	Instrument de mesure (test)	Statut photo-verbal des items	Résultat (effet principal)
Koran & Koran (1980)	(a) texte seul (b) texte précédé d'une image (c) texte suivi d'une image	Questions 23 items (compréhension)	type II (?)	ns
Sewell & Moore (1980)	(a) texte écrit (b) texte + cartoons (c) texte oral + diapos. (cartoons) (d) texte oral (e) diapos. seules (cartoons)	Choix multiple 25 items (compréhension)	type I seulement ou types I et II (?)	sig
Rice, Doan & Brown (1981)	(a) texte seul (b) texte + illustrations	Questions (compréhension, attitude)	type I	ns
Dwyer (1967a)	(a) texte seul (b) texte + dessins au trait (c) texte + dessins élaborés (d) texte + photographies	test 1: "drawing test" (18 items) test 2: "identification test" (choix multiple, 20 items) test 3: "terminology test" (questions, 20 items) test 4: "comprehension test" (choix multiple, 20 items)	aucun renseignement explicite concernant la sélection des items; test 1 et 2: items portant sur des informations des types 2 et 3 (?); test 3: informations portant sur des informations des types 1 et 2 (?)	sig (test 1) ns (test 2) ns (test 3) ns (test 4)
Dwyer (1967b)	idem	idem	idem	sig sig sig sig

Tableau 2 (suite)

Auteur	Valeurs de la variable (perturbale) indépendante :	Instrument de mesure (test)	Statut photo-verbal des items	Modèles (effet principal)
Dwyer (1968a)	(a) présentation orale du texte (b) présentation orale + dessins au trait (en noir et blanc) (c) présentation orale + dessins au trait (en couleur) (d) présentation orale + dessins élaborés (en noir et blanc) (e) présentation orale + dessins élaborés (en couleur) (f) présentation orale + photographies schématiques (en noir et blanc) (g) présentation orale + photographies schématiques (en couleur) (h) présentation orale + photographies réalistes (en noir et blanc) (i) présentation orale + photographies réalistes (en couleur)	idem	idem	sig sig ns sig
Dwyer (1968b)	idem	idem	idem	sig sig sig sig
Dwyer (1968c)	idem	idem	idem	sig sig sig ns

Tableau 2 (suite)

Auteur	Valeurs de la variable (photomontages) indépendantes	Instrument de mesure (outil)	Statut photo-visual des items	Statut (effet photographique)
Dwyer (1968a)	(a) texte seul (b) texte + étiquettes (c) texte + dessins au trait (d) texte + dessins élaborés (e) texte + photographies	idem	idem	sig sig ns ns rappel immédiat ns ns sig sig rappel différé sig sig sig sig
Dwyer (1968)	9 traitements (cf. Dwyer 1968a)	idem	idem	sig sig sig sig
Dwyer (1970)	(a) présentation orale du texte (b) présentation orale + dessins au trait (c) présentation orale + dessins détaillés (d) présentation orale + photographies schématiques (e) présentation orale + photographies réalistes	idem	idem	sig ns ns ns
Dwyer (1971)	9 traitements (cf. Dwyer 1968a)	idem	idem	sig sig sig sig
Dwyer (1972)	9 traitements (cf. Dwyer 1968a, sauf que le texte remplace la présentation orale)	idem	idem	sig sig sig sig
Dwyer (1975)	9 traitements (cf. Dwyer 1972)	idem	idem	sig sig sig sig

sig = significatif, $p < .05$

ns = non significatif, $p > .05$

Le tableau 2 fait ressortir l'absence d'un contrôle rigoureux du statut picto-verbal des items du test dans la plupart des recherches énumérées. (C'est d'ailleurs pour cette raison que nous croyons qu'il est plutôt difficile de classer les recherches, comme dans Levitz & Lentz (1982), selon le statut picto-verbal des informations du texte illustré auxquelles font référence les tests). Pourtant, la conception d'un test d'items à choix multiple nécessite des précautions toute particulières, étant donné que ses items ne sont pas neutres par rapport aux différentes valeurs de la variable picturale investiguée. Non seulement le concepteur d'un test picto-verbal doit s'assurer de la validité de contenu des items retenus en ce qui concerne l'ensemble du texte (axe syntagmatique), mais en plus il doit s'assurer de la représentativité des items en ce qui concerne les rapports qu'ils entretiennent avec l'illustration (axe paradigmatique). La nécessité de ce double contrôle des items impose des restrictions tellement sévères à la conception d'un test picto-verbal qu'il faut remettre en question sa faisabilité.

Les recherches énumérées au tableau respectent-elles les deux premières exigences formulées ci-haut? Manque de renseignements explicites dans bien des cas, il n'est pas possible de répondre à cette question par l'affirmatif. Seulement Magne & Parknas (1963) et Jahoda et al. (1976) ont problématisé explicitement le statut picto-verbal des items d'un test à choix multiple. Aussi, ce n'est qu'exceptionnellement (par ex. Burdick 1959, Moore 1974) que le test et les illustrations utilisés dans l'expérimentation sont annexés au travail. Essayons d'illustrer les difficultés auxquelles se heurte la conception d'un test à choix multiple en prenant comme exemple le test de Moore (1974).

Un examen attentif de ce test révèle qu'un nombre élevé d'items (7 sur 20) ne respecte pas la deuxième exigence qui dit que les items ne doivent faire référence qu'à des informations fournies dans le texte (type I et II):

Tableau 3
Statut picto-verbal des items du test de Moore (1974)

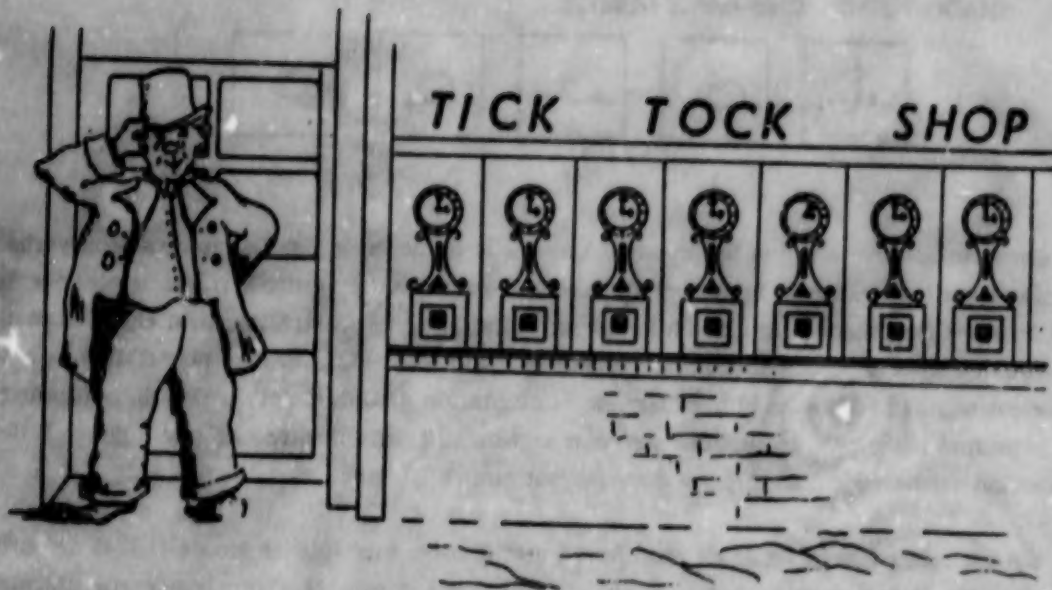
Item	Inf. type I (+ texte, - ill.)	Inf. type II (+ texte, + ill.)	Inf. type III (- texte, + ill.)	Inf. type IV (- texte, - ill.)
1		X?		
2			X	
3				X?
4		X		
5	X			
6				X
7			X?	
8	X?			
9		X		
10				X
11		X		
12		X		
13		X?		
14	X			
15	X?			
16				X
17		X		
18		X?		
19		X?		
20			X?	
Total	4	9	3	4

Le deuxième item du test, par exemple, porte sur une information de type III:

- "2. THERE WERE SEVERAL CLOCKS IN THE WINDOW OF THE TICK TOCK SHOP.
A. THEY ALL HAD THE SAME TIME.
B. ONE OF THE CLOCKS HAD A DIFFERENT TIME.
C. ALL OF THE CLOCKS HAD A DIFFERENT TIME.
D. TWO OF THE CLOCKS HAD A DIFFERENT TIME." (p. 123)

Cet item se rapporte à l'une des pages du texte illustré (Fig. 4):

Figure 4



Tick tack, tick tack, tick tack --- all day long.
Tick tack once sounded to me like a very happy song.
I could have been a plumber, or a baker,
but, instead, I'm a tick tack maker.
I sell all I can make and I make them all the same.
My tick tack clocks have brought me fortune and fame.

Ici, seule l'illustration, mais non le texte, permet au lecteur de choisir correctement la réponse "B": une des sept horloges, celle du milieu, est en avance d'environ cinq minutes. Rappelons que l'inclusion de tels items dans le test a pour effet de "gonfler" artificiellement l'écart entre les lecteurs des deux versions du texte (au détriment des lecteurs ayant la version non illustrée du texte), surestimant, par ce fait même, l'effet réel de l'illustration sur la compréhension du texte lu. Dans le cas présent, on ne peut raisonnablement exiger des lecteurs de la version non illustrée du texte qu'ils devinent une information picturale qui, de surcroît, est un détail insignifiant sans la moindre incidence sur l'histoire.

Le 3e item du test de Moore (1974) fait référence à une information qui ne figure pas tel que ni dans le texte ni dans l'illustration (inf. type IV):

" 3. THE SILENT TIME CLOCK AND ONE OF THE FOUR APPLES HAS THE SAME SHADOW TIME. IT IS APPLE NUMBER



1 2 3 4 p. 124

Cet item soulève en plus la question à savoir si le mode de réponse (pictural ou verbal) peut influencer sur la réponse du lecteur et s'il peut y avoir interaction entre le mode de réponse du test et le mode de présentation de l'information dans le texte illustré (pictural et/ou verbal). Dans une des trois expérimentations de Magne & Parknas (1963) l'effet principal du mode de réponse est significatif. Dans la première expérimentation de Jaho'a et al. (1976), par contre, l'effet principal du mode de réponse est non significatif dans quatre cas sur cinq et l'effet d'interaction est non significatif dans cinq cas sur cinq.

S'il est relativement facile de modifier le test à choix multiple de Moore (1974) de sorte qu'il respecte la deuxième exigence en excluant des items tels que ceux mentionnés précédemment, il est beaucoup plus difficile (sinon impossible) de rendre ce test conforme à la première exigence qui dit, rappelons-le, que les items du test doivent refléter fidèlement la proportion qui existe, au niveau de l'ensemble du texte illustré, entre les informations des types I et II:

$$\frac{(\% \text{ d'informations de type II})_{\text{texte}}}{(\% \text{ d'informations de type I})_{\text{texte}}} = \frac{(\% \text{ d'items de type II})_{\text{test}}}{(\% \text{ d'items de type I})_{\text{test}}}$$

D'après un examen sommaire de l'importance relative des informations verbales illustrées et non illustrées dans le cas du texte expérimental utilisé par Moore (1974), il semble que les items de type I (n = 4) sont sous-représentés par rapport aux items de type II (n = 9). Evidemment, une pondération des items qui se veut réellement représentative de l'ensemble du texte doit se faire sur une base plus solide et moins intuitive que "l'examen sommaire" invoqué. Pour juger de la représentativité numérique des items des deux types, il serait nécessaire de catégoriser l'ensemble des informations verbales comme étant des informations illustrées ou non illustrées.

Or, une telle entreprise paraît peu réaliste et condamnée au subjectivisme. Prenons comme exemple deux items du test de Moore (1974):

- "1. WHEN THE OLD MAN RANG THE BELL TO HARD ONE DAY
A. THE BELL CRACKED
B. THE BELL HANDLE CAME OFF
C. HE DROPPED THE BELL ON THE GROUND
D. THE CLAPPER CAME OFF" (p. 123)
- "19. WHAT DID PENDULUM DO FOR THE OLD MAN?
A. HE FOUND THE "SECRET OF SILENT TIME"
B. HE REPAIRED THE CRACK IN THE BELL
C. HE FOUND A BELL CLAPPER
D. HE GAVE HIM A BELL" (p. 128).

Les deux items se réfèrent à la même page du texte illustré (Figure 5):

Figure 5



One day he rang the bell so hard the gold clapper came off -- and was lost!
The old man thought he had to have the clapper back, no matter what it cost.
I found the clapper in a field, in a small hole,
wet and cold.

I took it to the old man, who was so happy to have it back,
he said that I had earned two gifts. He gave me a skinny, round, blue stick from his sack,
and a folded piece of paper he said was "THE SECRET OF SILENT TIME".

"So," Papa said, "A 'SECRET OF SILENT TIME' is fine,
but how can it solve my problem?" Papa sadly asked.
"To stop the tick tick of a clock is a very difficult task!"

Quel est le statut picto-verbal des deux items (bonnes réponses: 18-D et 19-C)? Font-ils référence à des informations de type I ou de type II? Les informations recherchées pour répondre aux deux items figurent-elles dans le texte seul (inf. type I) ou dans le texte et l'illustration (inf. type II)? La réponse à cette question est cruciale, étant donné son incidence directe sur l'exigence à laquelle un test picto-verbal doit satisfaire. Malheureusement, il est impossible de répondre à cette question par un simple "oui" ou "non". Il n'est pas clair si le lecteur peut identifier l'objet représenté picturalement (voir l'objet encadré par moi à la fig. 5) comme étant le battant de cloche ("clapper") dont il est question dans les items 1 et 19. De même, il n'est pas clair si l'illustration permet de conclure que "the clapper came off" ou que Pendulum "found a bell clapper". De tels cas ambigus sont plutôt la règle que l'exception. Seule l'expérimentation empirique pourrait réellement nous renseigner sur la compréhension de l'image par le lecteur et, par conséquent, sur le statut picto-verbal véritable des informations verbales présentées dans un texte illustré. Or, tel est le cercle vicieux, l'expérimentation à l'aide du test à choix multiple dépend elle-même de décisions importantes en matière d'analyse picto-verbale prises au préalable - et probablement injustifiables sur une base purement analytique.

Finalement, le test à choix multiple ne satisfait non plus à la troisième exigence d'un test picto-verbal selon laquelle des comparaisons directes entre différents textes illustrés devraient être possibles, l'outil d'analyse étant une source de variation bien plus considérable que la variable picturale investiguée elle-même (avec/sans illustration). Manque d'un dénominateur commun, les résultats provenant des textes expérimentaux utilisés dans les diverses recherches picto-verbales ne sont pas comparables tels quels, ce qui constitue, bien sûr, un obstacle sérieux à la généralisation des résultats expérimentaux.

Au lieu de se servir d'un test à choix multiple, plusieurs recherches picto-verbales ont recours à une batterie de questions portant sur le texte illustré (ex.: DeRose 1976; Bernard, Peterson & Ally 1981). La plupart du temps, il s'agit là de "questions littérales" (verbatim questions", cf. Anderson 1972): une information fournie telle quelle est présentée sous forme de question (ex.: "Pendulum found a bell clapper" devient "Who found a bell clapper?"). Tout comme le test à choix multiple, le test à questions fait référence à des informations qui figurent soit dans le texte, soit dans l'illustration, soit dans le texte et l'illustration. Par conséquent, les deux tests se heurtent essentiellement aux mêmes difficultés d'analyse.

2.2 Le rappel libre

Le rappel libre est une technique qui a été utilisée à plusieurs reprises pour mesurer l'effet de l'illustration (Koenke & Otto 1969; Rohwer & Harris 1975; Royer & Cable 1976; Rusted &

Coltheart 1979; Haring & Fry 1979; Hayes & Readence 1983). Dans ces expérimentations, les sujets, après avoir lu la version illustrée ou non illustrée du texte, sont appelés à raconter l'histoire, généralement sous forme de compte rendu. Les comptes rendus des lecteurs sont enregistrés, transcrits et finalement cotés à l'aide d'un barème que l'expérimentateur a préalablement établi (en attribuant, par exemple, plus de points à des informations jugées importantes qu'à des informations considérées secondaires ou accessoires). La somme des informations rappelées par le lecteur donne lieu à un score total, dit de compréhension. La technique du rappel libre est habituellement utilisée lorsque la tâche du sujet expérimental est clairement délimitée, peu complexe et sa réussite facile à évaluer. Plusieurs recherches portant sur la comparaison de mots et d'images (mesures dépendantes: nombre d'items rappelés, temps de réaction, etc.) se sont servies de cette technique avec succès. Cependant, d'après Levin & Leagold (1978), le rappel libre n'est pas le moyen approprié lorsqu'il s'agit de l'analyse de textes, et lorsque les sujets, en plus, sont des enfants:

"(...) free-recall protocols may not always accurately reveal the extent of the knowledge a child has acquired from a text. (...) First, young children may not freely report facts about which they are uncertain, and questioning may resolve that uncertainty or elicit the response. Second, they may lack certain general retrieval skills needed for the free-recall task (cf. Brown, 1976). Third, they may not make successful decisions about what they need to say to get a high score and what is obvious from other facts they have stated, including subjective decisions about which information is and which is not relevant (...)" (p. 236).

L'évaluation du rappel libre sur la base d'un barème conçu par l'expérimentateur est extrêmement compliquée et sans que cette procédure soit plus objective que d'autres. Au contraire, lors de la construction du barème de notation ainsi que lors de l'interprétation des comptes rendus (attribution de points), l'évaluateur est appelé à prendre de nombreuses décisions qui peuvent laisser place à l'arbitraire ou à la subjectivité. Or, étant donné l'ampleur limitée de l'effet pictural sur le lecteur, il est fort probable que la variation des résultats due à l'outil d'évaluation utilisé soit même supérieure à celle due à la variable picturale - ce qui, bien sûr, rend cette technique inappropriée pour nos besoins.

2.3 Lecture à voix haute

Au lieu d'évaluer la compréhension du lecteur à l'aide d'un test administré après la lecture du texte, illustré ou non, on peut essayer d'évaluer la compréhension du lecteur à partir de sa lecture à voix haute même. L'utilisation de la lecture à voix haute à des fins d'évaluation n'est pas nouvelle (voir, par exemple, la revue de la littérature dans Golinkoff 1975-76). Cette technique d'évaluation a été utilisée à plusieurs reprises auprès de lecteurs débutants (Donald 1979; Donald 1983; Reinwein 1983; Reinwein 1985). Dans ces recherches, le nombre de mots identifiés dans la version illustrée du texte était significativement supérieur au nombre de mots

identifiés dans la version non illustrée du même texte. Cependant, cette technique d'évaluation n'est probablement pas applicable avec autant de succès auprès de lecteurs plus avancés. D'autre part, il n'est pas clair que le nombre de mots identifiés est l'indice le plus pertinent pour mesurer la compréhension qu'a un lecteur du texte. Reconnaître tous les mots d'un texte c'est une chose, comprendre ce texte c'en est une autre. Cette technique d'évaluation a tout au moins l'avantage de permettre l'utilisation du texte de lecture en entier et, de ce fait, de contourner le problème majeur que posent les tests à choix multiple et à questions, c'est-à-dire le contrôle de la représentativité des items sur le plan picto-verbal.

2.4 Closure

Le test de closure consiste à présenter au lecteur un texte mutilé où chaque n^{ième} mot (généralement: chaque 5^{ième} mot) est remplacé par un tiret de longueur standardisée. Le lecteur doit compléter le texte en ajoutant le mot omis. Le test de closure permet d'évaluer l'habileté du lecteur à restituer des mots à partir de leur contexte syntaxique et sémantique et, partant, sa compréhension du texte (Bormuth 1962; Greene, F.P. et al. 1968; Oller, J.W. & Christie, A.C. 1971; Boyce 1974; Boyce 1976; McKenna, M.C. & Robinson, R. D. 1980; Klare 1984). Nous croyons que le closure permet également d'évaluer l'effet de l'illustration sur la lisibilité de textes et leur compréhension par le lecteur. Fait surprenant: jusqu'ici, le closure n'a été utilisé à cette fin que rarement. Le tableau 4 énumère ces travaux (pour une critique plus détaillée de ces travaux, voir Reinwein 1987):

Tableau 4

Recherches picto-verbales: closure

Auteur	Sujets	Valeurs de la variable (picturale) indépendante	Matériel de lecture	Instrument de mesure	Résultat
Rankin & Culhane (1970)	Exp. 1: n = 57, 5e année Exp. 2: n = 22, étudiants gradués	illustré vs non illustré	texte de 230 mots, 3 ill. par 100 mots	<u>closure</u> 30 items, chaque 5e mot omis	Exp. 1: non sig Exp. 2: sig.
Bluth (1972)	n = 80, 2e année	illustré vs non illustré	texte de 128 mots, 0.8 ill. par 100 mots	<u>closure</u> 25 items, chaque 5e mot omis	non sig (lecteurs faibles) sig (bons lecteurs)
Newton (1983)	n = 111, 8-11 ans	illustré vs non illustré	15 extraits de 200 mots chaque, 0.75 à 1.75 ill. par 100 mots	<u>closure</u> 20 items, chaque 10e mot omis	sig (8 extraits) non sig (7 extraits)
Reid, Briggs & Beveridge (1983)	n = 338, sec. 4 (14 ans)	4 versions illus- trées: en couleur/noir et blanc; 2 di- mensions/sté- réogramme 1 version non ill.	texte d'environ 650 mots, 0.45 ill. par 100 mots	<u>closure</u> 18 items, chaque 8e mot omis <u>choix multiple</u>	non sig (closure) sig (choix multiple)
Reinwein (1987 b)	Exp. 1: n = 249, 3e année Exp. 2: n = 254, 3e année	illustré vs non illustré	texte de 183 mots, 6.36 ill. par 100 mots texte de 189 mots, 2.65 ill. par 100 mots	<u>closure</u> 30 items, chaque 5e mot omis	Exp. 1: sig Exp. 2: sig.
Reinwein (1987 a)	Exp. 1: n = 330 Exp. 2: n = 500	illustré vs non illustré	3 bandes des- sinées d'environ 170 mots chaque, 4.47 à 13 ill. par 100 mots texte de 166 mots, 2.41 ill. par 100 mots	<u>closure</u> 32 items, chaque 5e mot omis <u>closure</u> 5 formes alternatives, 33 items par forme, chaque 5e mot omis	Exp. 1: sig. (2 b.d.) non sig. (1 b.d.) Exp. 2: sig.

A cause du caractère aléatoire de l'omission des mots, le test de closure peut se construire sans aucune décision subjective de la part de l'expérimentateur en ce qui concerne la sélection des items. En effet, le principe de l'omission aléatoire des items est le garant de la représentativité des items par rapport à l'ensemble du texte illustré, et ce aussi bien sur le plan syntaxique et sémantique que sur le plan picto-verbal. Prenons un exemple. Si le nombre d'items retenus dans un test de closure est suffisamment élevé, le nombre de verbes omis est représentatif du nombre total des verbes dans le texte. Pour une raison analogue, les mots omis sont aussi représentatifs de l'ensemble des mots du texte sur le plan picto-verbal (première exigence d'un test picto-verbal): certains mots sont illustrés, tandis que d'autres ne le sont que partiellement ou pas du tout. Comparativement au test à choix multiple, l'avantage stratégique du closure réside dans le fait que le contrôle de la représentativité picto-verbale des items ne nécessite aucune analyse picto-verbale préalable des items du test, une telle analyse - comme nous l'avons vu - étant probablement impossible à réaliser. Le fait qu'un texte donné soit fortement illustré se reflète dans le nombre élevé de mots illustrés (parmi les mots omis); à l'inverse, un texte faiblement illustré ne contient que peu de mots illustrés. Le closure respecte également la deuxième exigence d'un test picto-verbal. Comme le closure consiste en l'omission des mots du texte illustré, les items du test ne font référence qu'à des informations fournies dans le texte (types I et II).

Finalement, le closure permet des comparaisons directes entre différents textes illustrés (troisième exigence d'un test picto-verbal). Rappelons ici que le texte de closure a été utilisé dans de nombreuses recherches pour déterminer la lisibilité de textes de façon à pouvoir les comparer les uns aux autres. Une littérature fort volumineuse nous renseigne à ce sujet. Pour les mêmes raisons pour lesquelles le closure, appliqué à la version non illustrée d'un texte, nous permet de déterminer le degré de lisibilité d'un texte, le closure, appliqué aux versions illustrée et non illustrée d'un même texte, nous permet aussi de déterminer l'effet de l'illustration sur la lisibilité du texte, l'écart entre les deux scores-closure indiquant l'ampleur de l'effet pictural:

$$\text{Closure}_{\text{illustré}} - \text{Closure}_{\text{seul}} = \text{Effet de l'illustration sur la lisibilité}$$

ou bref:

$$C_1 - C_0 = \text{Effet pictural.}$$

L'effet de l'illustration sur la lisibilité d'un texte est d'autant plus important que l'écart entre les versions illustrée et non illustrée est considérable. Prenons un exemple:

Texte 1: C_1 (60%) - C_2 (50%) = + 10%

Texte 2: C_1 (55%) - C_2 (50%) = + 5%

La lisibilité des deux textes dans leur version non illustrée (C_2) est la même, soit 50%. Cependant, l'effet de l'illustration sur la lisibilité du premier texte (+ 10%) dépasse l'effet de l'illustration dans le cas du deuxième texte (+ 5%). Selon que C_1 est supérieur, égal ou inférieur à C_2 , l'effet de l'illustration est positif, nul ou négatif:

Texte 3: C_1 (60%) - C_2 (45%) = + 15% (effet facilitateur de l'illustration sur la lisibilité du texte)

Texte 4: C_1 (60%) - C_2 (60%) = ± 0% (effet nul)

Texte 5: C_1 (45%) - C_2 (60%) = - 15% (effet néfaste)

Notons finalement que l'ampleur de l'effet pictural sur la lisibilité d'un texte n'est pas fonction du degré de lisibilité du texte: l'effet pictural d'un texte illustré peut être élevé même si la lisibilité du texte ne l'est pas, et vice versa.

Dans les pages qui suivent, la soi-disant formule de lisibilité de l'image:

$$C_1 - C_2 = \text{effet pictural}$$

sera appliquée aux résultats expérimentaux obtenus pour un certain nombre de textes illustrés.

3. Analyse comparative de six textes illustrés

Au total, six (6) textes illustrés ont été expérimentés auprès d'enfants francophones de troisième année de l'école primaire dans la région métropolitaine de Montréal.

Les deux premiers textes étaient extraits d'ensembles didactiques conçus pour l'apprentissage du français langue maternelle, deuxième année du primaire:

Texte no 1: "Monsieur Laverdure", extrait de: Achim, Pierre & Lessard, Jean-Claude: D'un mot à l'autre. Laval: Mondia, 1982 (livret 28: 3-14).

Texte no 2: "Un zoo pas comme les autres", extrait de: Ciesielski, Robert & Reinwein, Joachim: Les apprentis 2, lecture 2. Montréal: Etudes Vivantes, 1983, pp. 54-59.

L'expérimentation des textes nos 1 et 2 a été menée auprès de 249 et 254 enfants respectivement:

Tableau 5
Textes nos 1 et 2

	Closure illustré (C _i)	Closure seul (C _s)
Texte no 1	n = 123	n = 126
Texte no 2	n = 126	n = 128

Les enfants, issus de milieux de statut socio-économique faible et moyen, fréquentaient douze classes faisant partie de cinq écoles. Ces écoles reflètent une certaine diversité au plan pédagogique, deux écoles favorisant une pédagogie dite ouverte, deux écoles valorisant une pédagogie plutôt traditionnelle, la cinquième école étant située entre ces deux orientations.

Les textes nos 3, 4 et 5 ont été expérimentés, un an plus tard, auprès d'une clientèle scolaire semblable à celle qui a participé à l'expérimentation des textes nos 1 et 2. Quatorze classes faisant partie de cinq écoles ont participé à cette deuxième expérimentation. Notons que quatre des cinq écoles étaient identiques dans le cas des deux expérimentations.

Les textes nos 3 - 5 étaient des bandes dessinées:

Texte no 3: Philémon - Le voyage de l'incrédule. Textes et dessins de Fred. Dargaud Editeur, 1974, pp. 7-9.

Texte no 4: Tintin - L'affaire Tournesol. Hergé, Casterman 1956, pp. 1-2.

Texte no 5: Le carré arabe. Coll. les apprentis (éd. Ciesielski, Robert & Reinwein, Joachim), Montréal: Etudes Vivantes, 1981, pp. 1-8.

L'expérimentation de chacun des textes 3 - 5 a été menée auprès de 330 enfants, répartis comme suit:

Tableau 6
Textes nos 3 - 5

	Closure illustré (C ₁)	Closure seul (C ₂)
Lecteurs faibles	n = 55	n = 55
Lecteurs moyens	n = 55	n = 55
Lecteurs forts	n = 55	n = 55

Les lecteurs étaient classés forts, moyens ou faibles sur la base du score obtenu lors d'un test de classement. Ce test était, lui aussi, un test de closure. Sauf exception, les mêmes enfants ont participé à l'expérimentation des trois textes (3-5). Afin de neutraliser le plus possible l'effet d'apprentissage, la séquence de présentation des trois textes a été contrebalancée comme suit:

Tableau 7
Séquence de présentation des textes nos 3 - 5

	1re semaine	2e semaine	3e semaine
2 classes: closure illustré 2 classes: closure seul	texte no 3	texte no 4	texte no 5
2 classes: closure illustré 2 classes: closure seul	texte no 4	texte no 5	texte no 3
3 classes: closure illustré 3 classes: closure seul	texte no 5	texte no 3	texte no 4

Le sixième texte illustré était extrait du même matériel didactique que les textes nos 2 et 4:

Texte no 6: "Allez jouer ailleurs!" extrait de: Ciesielski, Robert & Reinwein, Joachim: Les apprentis 2, lecture 2. Montréal: Etudes Vivantes, 1983, pp. 35-38.

A la différence de l'expérimentation des cinq premiers textes, celle du sixième texte devait permettre d'analyser l'effet de l'illustration sur les mots du texte de manière exhaustive (et non seulement sur chaque 5e mot du texte). Il a donc fallu préparer cinq formes alternatives du même texte pour que chaque mot du texte puisse être omis une fois. 500 enfants francophones issus de 23 classes de 3e année (dont les 14 classes ayant participé aux expérimentations des textes 3 - 5) étaient assignés de manière aléatoire aux versions illustrée et non illustrée des 5 formes du texte:

Tableau 8
Texte no 6 (5 formes)

	Closure illustré (C ₁)	Closure seul (C ₂)
1re forme: 1er, 6e, 11e, ... mot omis	n = 50	n = 50
2e forme: 2e, 7e, 12e, ... mot omis	n = 50	n = 50
3e forme: 3e, 8e, 13e, ... mot omis	n = 50	n = 50
4e forme: 4e, 9e, 14e, ... mot omis	n = 50	n = 50
5e forme: 5e, 10e, 15e, ... mot omis	n = 50	n = 50

Le texte no 6 comprenait un total de 166 mots et de 4 illustrations répartis comme suit:

1re page: 1 illustration et 28 mots
2e page: 1 illustration et 32 mots

3e page: 1 illustration et 55 mots
4e page: 1 illustration et 51 mots.

A partir des données obtenues à l'aide des cinq formes alternatives du texte, l'effet de l'illustration a été calculé pour chaque page du texte séparément:

Tableau 9
Texte no 6 (4 pages)

	Closure illustré (C ₁)	Closure seul (C ₂)
1re page: 1er, 2e, 3e, ... 28e mot omis	n = 50 (par mot)	n = 50 (par mot)
2e page: 29e, 30e, ... 60e mot omis	n = 50 (par mot)	n = 50 (par mot)
3e page: 61e, 62e, ... 115e mot omis	n = 50 (par mot)	n = 50 (par mot)
4e page: 116e, 117e, ... 166e mot omis	n = 50 (par mot)	n = 50 (par mot)

Notons deux différences mineures dans l'expérimentation des six textes. Dans le cas des bandes dessinées (textes nos 3, 4, 5), les lecteurs devaient inscrire leurs réponses en bas de page, à côté des chiffres correspondants, et non pas dans le texte lui-même. D'autre part, pour des contraintes de mise en page des bandes dessinées nos 3 et 4, l'espace indiquant les trous dans le texte variait en fonction de la longueur des mots omis et fournissait donc aux lecteurs un indice facilitateur. Ces différences paraissent cependant mineures par rapport au problème analysé. Rappelons que l'ampleur de l'effet de l'illustration est déterminée non pas par un score-closure absolu, mais par l'écart qui existe entre deux scores (versions illustrée et non illustrée). Or, comme les lecteurs des deux versions profitent des mêmes avantages ou désavantages, l'écart entre les deux versions n'en semble pas affecté. Soulignons aussi que tous les textes ont été présentés aux lecteurs sous forme polycopiée en noir et blanc.

Pour que le lecteur du présent texte puisse se faire une meilleure idée de la nature des textes expérimentaux (style des dessins, nombre et grandeur des vignettes, mise en page,

agencement entre le texte et l'illustration, lisibilité du texte, etc.), nous avons annexé au travail une (1) page jugée représentative pour chacun des textes nos 1 - 5, et les quatre pages du texte no 6, les pages étant celles de la version Cj).

L'expérimentation des textes expérimentaux se faisait en salle de classe, et sans limite de temps. A chaque fois, avant que l'expérimentation débute, l'expérimentateur a suggéré aux enfants de lire le texte en entier avant de répondre; d'inscrire un seul mot par tiret; d'écrire les mots qu'ils croient être les bons (même s'ils doutent de l'orthographe des mots en question). Aucune remarque relative aux illustrations n'a été faite de la part de l'expérimentateur. L'expérimentation a respecté l'écologie des classes de français où la lecture individuelle et silencieuse prédomine.

En ce qui concerne la codification des réponses des lecteurs, seuls les mots identiques aux mots-cibles du texte original (après normalisation orthographique des réponses) ont été acceptés, mais non leurs synonymes.

Le tableau 10 résume les résultats obtenus pour la mesure dépendante et, s'il y a lieu, le test statistique:

-91-
Tableau 10
Textes nos 1 à 6

No	Nombre de trous	Nombre de mots par illustration	Sujets	Closure illustré (C _i)	Closure seul (C _s)	C _i - C _s	Test
1	30	15.25	n = 249	38.07%	31.87%	+ 6.40%	p < .01
2	30	37.80	n = 254	49.60%	44.83%	+ 4.77%	p < .01
3	32	7.62	n = 330	32.03%	28.16%	+ 3.87%	p < .01
			n = 110 (forts)	42.22%	35.50%	+ 6.72%	p < .01
			n = 110 (moyens)	32.03%	27.72%	+ 4.31%	p < .01
			n = 110 (faibles)	21.81%	21.25%	+ 0.56%	non sig
4	32	8.50	n = 330	34.35%	33.15%	+ 1.20%	non sig
			n = 110 (forts)	48.62%	45.03%	+ 3.59%	non sig
			n = 110 (moyens)	33.91%	33.06%	+ 0.85%	non sig
			n = 110 (faibles)	20.53%	21.50%	- 0.97%	non sig
5	32	22.3C	n = 330	49.37%	43.80%	+ 5.57%	p < .01
			n = 110 (forts)	62.23%	55.80%	+ 6.43%	p < .01
			n = 110 (moyens)	51.63%	42.34%	+ 9.29%	p < .01
			n = 110 (faibles)	34.23%	33.26%	+ 1.00%	non sig
6	166	41.50	n = 100 (par mot)	57.87%	51.67%	+ 6.20%	-----
6-1re page	28	28.00	n = 100 (par mot)	58.43%	49.50%	+ 8.93%	-----
6-2e page	32	32.00	n = 100 (par mot)	58.13%	46.19%	+ 11.94%	-----
6-3e page	55	55.00	n = 100 (par mot)	55.20%	51.31%	+ 3.89%	-----
6-4e page	51	51.00	n = 100 (par mot)	60.82%	57.25%	+ 3.57%	-----

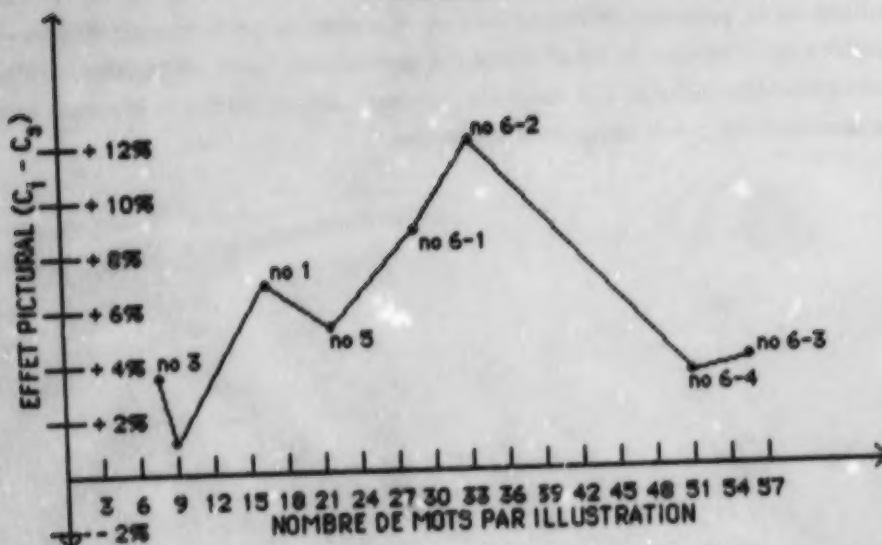
Les résultats du tableau 10 mettent en évidence le rôle non négligeable que joue l'illustration dans presque tous les textes analysés. A l'exception d'un seul texte (no 4), l'illustration a un effet facilitateur significatif. En comparant les six textes, on constate que l'effet pictural varie entre + 1.20% (no 4) et + 8.40% (no 1). Par ailleurs, l'effet pictural ne varie pas seulement d'un texte à l'autre. Le texte no 6 illustre qu'il peut y avoir des différences encore plus importantes entre les écarts $C_1 - C_3$ à l'intérieur d'un même texte: l'effet pictural de la page la moins efficace est de l'ordre de + 3.57% (Texte no 6-4), celui de la page la plus efficace de l'ordre de + 11.9% (texte no 6-2).

Dans un seul cas, l'illustration n'a pas d'effet significatif (no 4: + 1.20%). Il s'agit là de l'extrait d'une bande dessinée bien connue et couramment utilisée dans les écoles primaires du Québec ("Tintin"). Il se pourrait cependant que l'extrait analysé soit plutôt atypique pour des bandes dessinées en général et pour la série de "Tintin" en particulier. En effet, le premier tiers de l'extrait (12 des 32 items) montre au lecteur un personnage en train de téléphoner. Or, ce dialogue n'a aucun lien avec le contexte situationnel représenté picturalement.

Pour juger à partir des résultats obtenus pour les six textes, les bandes dessinées (textes nos 3, 4, 5: + 3.55% en moyenne) semblent quelque peu moins efficaces que les autres textes illustrés (textes nos 1, 2, 6: + 5.79% en moyenne) en ce qui concerne l'effet pictural. Evidemment, la prudence s'impose lors de la généralisation de résultats à partir d'un nombre aussi restreint de textes (cf. par exemple, la remarque concernant le texte no 4). Toutefois, nous n'excluons pas l'hypothèse que le type d'agencement entre le texte et l'illustration dans une bande dessinée soit responsable de cette différence: le rapport entre le texte et l'illustration, contrairement aux autres textes illustrés, n'en est pas un de redondance (partielle ou complète) mais de complémentarité. Les bulles d'une bande dessinée ne disent pas simplement "la même chose en d'autres mots", elles complètent plutôt l'image.

Intuitivement, on s'attend à ce que l'efficacité d'une illustration donnée augmente dans la mesure où le nombre de mots correspondants diminue. Mais, comme le montre la figure 6, cette corrélation négative entre le nombre de mots par illustration et l'ampleur de l'effet pictural ne semble pas très prononcée:

Figure 6



Dans le cas des textes no 3, 4 et 5, les données obtenues pour les versions illustrée et non illustrée ont été compilées, de plus, pour les lecteurs forts (premier tiers), les lecteurs moyens (deuxième tiers) et les lecteurs faibles (troisième tiers) séparément. Rappelons que cette classification des lecteurs a été faite sur la base du score de réussite individuel dans un test de closure administré aux lecteurs avant l'expérimentation proprement dite. Cette comparaison des lecteurs forts, moyens et faibles montre très nettement que l'écart $C_1 - C_3$ est positivement corrélé avec l'habileté du lecteur. En effet, dans le cas de deux textes sur trois, l'écart $C_1 - C_3$ obtenu pour les lecteurs forts est supérieur à celui obtenu pour les lecteurs moyens (+ 6.72% vs + 4.31%; + 3.59% vs + 0.85%; + 6.43% vs 9.29%). Et, lorsqu'on compare les lecteurs moyens aux lecteurs faibles, on constate que l'écart $C_1 - C_3$ des lecteurs moyens est supérieur à celui des lecteurs faibles dans le cas des trois textes (+ 4.31% vs + 0.56%; + 0.85% vs - 0.97%; + 9.29% vs + 1.00%). En bref, dans cinq cas sur six, les lecteurs qui sont plus habiles profitent davantage de la présence de l'illustration. Cette constatation est d'autant plus intéressante si on compare l'effet de l'illustration sur le lecteur - l'illustration étant considérée comme contexte pictural - à celui du contexte linguistique. Johnson & Baumann (1984), par exemple, soulignent le parallélisme entre les contextes linguistique et pictural comme suit: "Contextual clues include pictorial and graphic aids, such as pictures, charts, graphs, and diagrams, and typographical clues, such as quotation marks, parentheses, and definitional footnotes. But the most powerful contextual clues are linguistic clues" (p. 599). Dans les recherches portant sur les stratégies d'utilisation du contexte linguistique par le lecteur, on s'entend généralement pour dire que les bons lecteurs font meilleur usage du contexte linguistique que les lecteurs faibles (ex.: Neville &

Pugh 1975; Samuels, Begy & Chen 1975-76; Lealle 1980; Potter 1982; Lustignan & Felchat 1985). Or, les résultats de la présente étude en ce qui concerne la performance des lecteurs forts, moyens et faibles en présence et en absence du contexte pictural, sont compatibles avec ces constatations et laissent croire que le contexte pictural a essentiellement le même impact sur la performance des lecteurs que le contexte linguistique.

Références bibliographiques

- Alt, R.: Herkunft und Bedeutung des Orbis Pictus. Ein Beitrag zur Geschichte des Lehrbuchs. Berlin: Akademie-Verlag, 1970.
- Alvermann, D.E.: The mnemonic value of the picto-organizer for word identification among disabled readers. Reading Horizons, 1983, 125-129.
- Anderson, R.C.: How to construct achievement tests to assess comprehension. Review of Educational Research, 1972, 42, 145-170.
- Arlin, M., Scott, M. & Webster, J.: The effects of pictures on rates of learning sight words: A critique of the focal attention hypothesis. Reading Research Quarterly, 1978-79, 14 (4), 645-660.
- Ausubel, D.P.: The use of advance organizers in the learning and retention of meaningful verbal material. Journal of Educational Psychology, 1960, 51, 267-272.
- Ausubel, D.P.: In defense of advance organizers: A reply to the critics. Review of Educational Research, 1978, 48, 251-257.
- Barnes, B.R. & Clawson, E.U.: Do advance organizers facilitate learning? Recommendations for further research based on an analysis of 32 studies. Review of Educational Research, 1975, 45, 637-659.
- Bartram, D.J.: Comprehending spatial information: The relative efficiency of different methods of presenting information about bus routes. Journal of Applied Linguistics, 1980, 65 (1), 103-110.
- Beeby, A.W. & Taylor, H.P.J.: How well can we use graphs? Communicator of Scientific and Technical Information, 1975, 17, 7-11.
- Bernard, R.M., Peterson, C.H. & Ally, M.: Can images provide contextual support for prose? Educational Communication and Technology Journal, 1981, 29, 101-108.
- Bertin, J.: Sémiologie graphique: Les diagrammes, les réseaux, les cartes. Paris: Mouton Gauthier-Villars, 1967.
- Bormuth, J.F.: Cloze tests as a measure of comprehension ability and readability. Thèse de doctorat, 1962.
- Boyce, M.W.: A comprehensive bibliography of the cloze procedure. Toorak, Australie: State College of Victoria. 1re partie: 1974; 2e partie: 1976.
- Bransford, J.D. & Johnson, M.K.: Contextual prerequisites for understanding: Some investigations of comprehension and recall. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 1972, 11, 717-726.
- Burdick, J.G.: A study of cross-section drawing used as technical illustrations in High School science textbooks. Thèse de doctorat, Syracuse University, 1959.
- Cairney, P. & Sless, D.: Communication effectiveness of symbolic safety with different user groups. Applied Ergonomics, 1982, 13, 91-97.

- Caron, J.P., Jamieson, D.G. & Dewar, R.E.: Evaluating pictographs using semantic differential and classification techniques. Ergonomics, 1980, 23 (2), 137-146.
- Corasini, D.A., Jacobus, K.A. & Leonard, S.D.: Recognition memory of preschool children for pictures and words. Psychonomic Science, 1969, 16 (4), 192-193.
- Cox, W.F. & Fletcher, H.J.: Information seeking vs information utilisation in children's induction from incomplete pictures. Perceptual & Motor Skills, 1976, 43, 151-153.
- Danet-Léger, J.: L'enfant et les images de la littérature enfantine. Bruxelles: Pierre Mardaga, 1980.
- Denburg, S.D.: The interaction of picture and print in reading instruction. Reading Research Quarterly, 1976-77, 12 (2), 178-183.
- DeRose, T.: The effects of verbally and pictorially induced and imposed strategies on children's memory for text. Madison: University of Wisconsin Research and Development Center for Cognitive Learning, 1976. (ERIC Document Reproduction Service No ED 133 709).
- Dewar, R.E. & Ellis, J.G.: The semantic differential as an index of traffic sign perception and comprehension. Human Factors, 1977, 19, 183-189.
- Doderer, K. & Möller, H.: Das Bilderbuch. Geschichte und Entwicklung des Bilderbuchs in Deutschland von den Anfängen bis zur Gegenwart. Weinheim und Basel: Beltz Verlag, 1973.
- Dwyer, F.M.: The relative effectiveness of varied visual illustration in complementing programmed instruction. Journal of Experimental Education, 1967 a, 36 (2), 34-42.
- Dwyer, F.M.: Adapting visual illustrations for effective learning. Harvard Educational Review, 1967 b, 37, 250-263.
- Dwyer, F.M.: An experiment in visual learning at the eleventh-grade level. Journal of Experimental Education, 1968 a, 37 (2), 1-8.
- Dwyer, F.M.: The effect of visual stimuli on varied learning objectives. Perceptual and Motor Skills, 1968 b, 27, 1067-1070.
- Dwyer, F.M.: Effect of varying amount of realistic detail in visual illustrations designed to complement programmed instruction. Perceptual and Motor Skills, 1968 c, 27, 351-354.
- Dwyer, F.M.: The effectiveness of visual illustrations used to complement programmed instruction. Journal of Psychology, 1968 d, 70, 157-162.
- Dwyer, F.M.: An experiment in visual communication. Journal of Research in Science Teaching, 1969, 6, 185-195.
- Dwyer, F.M.: The effect of image size on visual learning. Journal of Experimental Education, 1970, 39 (1), 36-41.
- Dwyer, F.M.: Color as an instructional variable. AV Communication Review, 1971, 19 (4), 399-416.
- Dwyer, F.M.: The effect of overt responses in improving visually programmed science instruction. Journal of Research in Science Teaching, 1972, 9 (1), 47-55.

- Dwyer, F.M.: On visualized instruction effect of students' entering behavior. Journal of Experimental Education, 1975, 43 (3), 78-83.
- Ghatala, E.S., Levin, J.R. & Wilder, L.: Apparent frequency of words and pictures as a function of pronunciation and imagery. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 1973, 12, 85-90.
- Golinkoff, R.M.: A comparison of comprehension processes in good and poor comprehenders. Reading Research Quarterly, 1975-76, 11 (4), 623-659.
- Gollin, E.S.: Developmental studies of visual recognition of incomplete objects. Perceptual and Motor Skills, 1960, 11, 289-298.
- Greene, F.P. et al.: Cloze symposium. Schick, G.B. & Merrill, M.M. (eds.): Multidisciplinary Aspects of College-Adult Reading. Seventeenth Yearbook of the National Reading Conference. Milwaukee: National Reading Conference, 1968.
- Haring, M.J. & Fry, M.A.: Effect of pictures on children's comprehension of written text. Educational Communication and Technology Journal, 1979, 27, 185-190.
- Hartley, R.: Effects of list types and cues on the learning of word lists. Reading Research Quarterly, 1970, 6 (1), 97-121.
- Harzem, P., Lee, J. & Miles, T.R.: The effects of pictures on learning to read. British Journal of Educational Psychology, 1976, 46, 318-322.
- Hayes, D.A. & Readence, J.E.: Transfer of learning from illustration-dependent text. Journal of Educational Research, 1983, 76 (4), 245-248.
- Higgins, L.C.: Literalism in the young child's interpretation of pictures. Educational Communication & Technology, 1980, 28 (2), 99-119.
- Holliday, W.G.: The effects of verbal and adjunct pictorial-verbal information in science instruction. Journal of Research in Science Teaching, 1975, 12, 77-83.
- Holliday, W.G. & Harvey, D.A.: Adjunct labeled drawings in teaching physics to junior High School students. Journal of Research in Science Teaching, 1976, 13 (1), 37-43.
- Hoopfer, L.M.: An investigation into children's processing of standardized reading test questions. Reading-Canada-Lecture, 1968, 3 (4), 304-311.
- Jahoda, G., Cheyne, W.M., Deregowski, J.B., Sinha, D. & Collingbourne, R.: Utilization of pictorial information in classroom learning: A cross-cultural study. AV Communication Review, 1976, 24, 295-315.
- Johnson, D.D. & Baumann, J.P.: Word identification. Pearson, P. David (ed.): Handbook of reading research. New York: Longman, 1984, 583-608.
- Klare, G.R.: Readability. Pearson, P.D. (ed.): Handbook of Reading Research. New York, London: Longman, 1984, 681-744.
- Koenke, K. & Otto, W.: Contribution of pictures to children's comprehension of the main idea in reading. Psychology in the School, 1969, 6, 298-302.
- Koran, M.L. & Kiran, J.J.: Interaction of learner characteristics with pictorial adjuncts in learning from science text. Journal of Research in Science Teaching, 1980, 17, 477-483.

- Legenza, A. & Knafle, J.D.: How effective are pictures in basal readers? The Reading Teacher, 1978, 32 (2), 170-173.
- Leslie, L.: The use of graphic and contextual information by average and below-average readers. Journal of Reading Behavior, 1980, 12, 139-149.
- Levie, W.H. & Lentz, R.: Effects of text illustrations: A review of research. Educational Communication and Technology, 1982, 30 (4), 195-233.
- Levin, J.R. & Leagold, A.M.: On pictures in prose. Educational Communication and Technology, 1978, 26, 233-243.
- Lusignan, O. & Pelchat, R.: Test de closure et identification des stratégies de lecture au primaire. Reading-Canada-Lecture, 1985, 3 (1), 62-80.
- Neville, M.H. & Pugh, A.K.: Context in reading and listening: Variations in approach to cloze tasks. Reading Research Quarterly, 1976-77, 12 (1), 13-31.
- Magne, O. & Parknäs, L.: The learning effects of pictures. British Journal of Educational Psychology, 1963, 33, 265-275.
- McKenna, M.C. & Robinson, R.D.: An introduction to the cloze procedure: An annotated bibliography. Newark, Delaware: International Reading Association, 1980.
- Modley, R.: How to use pictorial statistics. New York: Harper, 1937.
- Montare, A., Elman, E. & Cohen, J.: Words and pictures: A test of Samuels' findings. Journal of Reading Behavior, 1977, 9, 269-285.
- Moore, A.M.: Investigation of the effect of patterns of illustrations on third graders' comprehension of information. Thèse de doctorat, Kent State University, 1974.
- Nickerson, R.S.: A note on long-term recognition memory for pictorial material. Psychonomic Science, 1968, 11, 56.
- Oller, J.W. & Christine, A.C.: The cloze technique and ESL proficiency. Language Learning, 1971, 21, 183-195.
- Omaggio, A.C.: Pictures and second language comprehension: Do they help? Foreign Language Annals, 1979, 12, 107-116.
- Palvio, A.: Imagery and verbal processes. New York: Holt, Rinehart & Winston, 1971.
- Pederson, D.L.: The effect of pictures on primary grade children's comprehension of basal readers. Thèse de doctorat, University of Minnesota, 1970.
- Philips, R.J.: Making maps easy to read: A summary of research. Kolers, A., Wrolstad M.E. & Bouma, H. (eds.): Processing of Visible Language. Vol. 1, New York: Plenum Press, 1979.
- Potash, L.M.: Design of maps and map-related research. Human Factors, 1977, 19, 139-150.
- Potter, M.C. & Faulconer, B.A.: Time to understand pictures and words. Nature, 1975, 253 (6), 437-438.
- Potter, F.: The use of the linguistic context: Do good and poor readers use different strategies? British Journal of Educational Psychology, 1982, 52, 16-23.
- Rasco, R.W., Tennyson, R.D. & Boutwell, R.C.: Imagery instructions and drawings in learning prose. Journal of Educational Psychology, 1975, 67, 188-192.

- Reid, D.J. & Müller, G.J.A.: Pupils' perception of biological pictures and its implications for readability studies of biology textbooks. Journal Biol. Education, 1980, 14, 59-69.
- Reinwein, J.: Le rôle du contexte dans les premiers apprentissages en lecture. Québec français, 1983, 52, 74-76.
- Reinwein, J.: L'effet du contexte pictural et linguistique sur l'identification des mots dans les premiers apprentissages en lecture. Université du Québec à Montréal, CIRADE doc. no 1, 1985.
- Reinwein, J.: How to measure to effect of illustrations on the readability of texts: The pictorial readability formula. Texte présenté au 32e congrès annuel de l'IRA à Anaheim, mai 1987 a.
- Reinwein, J.: Le test de closure: un outil pour mesurer l'effet de l'illustration sur la compréhension de textes. Revue québécoise de linguistique, 1987 b, 16:2, (à paraître).
- Rice, D.R., Doan, R.L. & Brown, S.J.: The effects of pictures on reading comprehension, speed and interest of second grade students. Reading Improvement, 1981, 18 (4), 308-312.
- Rohwer, W.D. & Harris, W.J.: Media effects on prose learning in two populations of children. Journal of Educational Psychology, 1975, 67, 651-657.
- Royer, J.M. & Cable, G.W.: Illustrations, analogies, and facilitative transfer in prose learning. Journal of Educational Psychology, 1976, 68 (2), 205-209.
- Rusted, J. & Coltheart, M.: Facilitation of children's prose recall by the presence of pictures. Memory & Cognition, 1979, 7 (5), 354-359.
- Samuels, S.J.: Attentional processes in reading: The effect of pictures on the acquisition of reading responses. Journal of Educational Psychology, 1967, 58, 337-342.
- Samuels, S.J., Begy, G. & Chen, C.C.: Comparison of word recognition speed and strategies of less skilled and more skilled readers. Reading Research Quarterly, 1976, 11, 73-86.
- Samson, K.M. & Wescott Legenza, A.: The use of the picture potency formula in selecting pictures to stimulate stories. Reading Improvement, 1983, 20 (2), 146-150.
- Sandford, H.A.: Directed and free search of the school atlas map. Cartographic Journal, 1980, 71, 83-92.
- Sewell, E.H. & Moore, R.L.: Cartoon embellishments in informative presentations. Educational Communication & Technology, 1980, 28, 39-46.
- Singer, H., Samuels, S.J. & Spiroff, J.: The effect of pictures and contextual conditions on learning responses to printed words. Reading Research Quarterly, 1973-74, 9 (4), 555-567.
- Standing, L., Conezio, J. & Haber, R.N.: Perception and memory for pictures: Single-trial learning of 2500 visual stimuli. Psychonomic Science, 1970, 19 (2), 73-74.
- Thomas, J.L.: The influence of pictorial illustrations with written text and previous achievement on the reading comprehension of fourth grade science students. Journal of Research in Science Teaching, 1978, 15, 401-405.

- Toussignant, R.: Les principes de la mesure et de l'évaluation des apprentissages.
Saint-Jean-sur-Richelieu: Préfontaine, 1982.
- Weintraub, S.: The effect of pictures on the comprehension of a second grade basal reader.
Thèse de doctorat, University of Illinois (Dissertation abstracts, 1960, 1428-29).
- Weisberg, J.S.: The use of visual advance organizers for learning earth science concepts.
Journal of Research in Science Teaching, 1970, 7, 161-165.
- Wolf, W.: Perception of visual displays. Vicmotula, 1971, 47, 112-140.

ANNEXE

Texte no 1 (extrait)

_____ entrant dans son bureau,
_____ s'étonne de voir _____ gazon.



Texte no 2 (extrait)

Un chameau et _____ zèbres nous barrent la
_____, Maman klaxonne. Les zèbres _____
enfuiient, mais le chameau _____ bouge pas.
Maman fait _____ la voiture très lentement.
_____, le chameau s'en _____ en
nous faisant une _____.





1 _____

2 _____

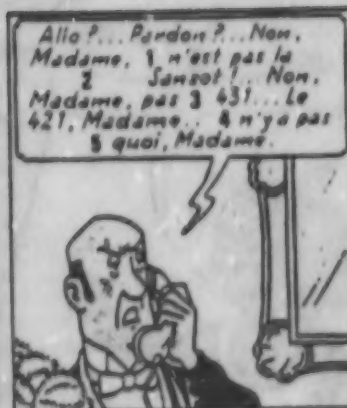
3 _____

4 _____

5 _____

6 _____

L'AFFAIRE TOURNESOL



1 _____

2 _____

3 _____

4 _____

5 _____



1 _____

2 _____

3 _____

4 _____

5 _____



Allez _____ ailleurs!

«Allez jouer ailleurs! _____ allez
salir mon linge!» _____ est ce que
Madame _____ nous a crié parce qu'
_____ jouait au ballon derrière
_____ eile.



Plus loin, il _____ avait des grands. Ils
_____ des tours d'acrobatie
_____ leur bicyclette. Ils ne
_____ pas qu'on les
_____ Ils nous ont dit
_____ aller jouer ailleurs.

Texte no 6 - 3e page (forme 3)



Alors, _____ est allé jouer près
_____ garage de Monsieur Dawson.
_____ on n'a pas _____
jouer longtemps. Monsieur Dawson
_____ sorti sa voiture dans
_____ ruelle. Il nous a
_____ quelque chose en anglais.
_____, on ne parle pas
_____, mais on a compris
_____ qu'il voulait nous
_____ : «Allez jouer ailleurs!»

Alors, _____ a essayé de jouer
_____ la cour de Monsieur
_____. Mais Monsieur Alarie nous
_____ vus et il a _____
par la fenêtre: «Allez-_____ -ent Vous
n'êtes _____ chez vous, ici. Allez
_____ ailleurs!» Ils nous disent
_____ d'aller jouer ailleurs.
_____ veut bien. Mais où?



**Représentations imagées d'expressions
relationnelles mathématiques chez
des élèves du second cycle du primaire:
examen des caractéristiques de ces
représentations et des procédés
utilisés pour en préciser le sens**

par Gisèle Lemoyne
et Lisa Savard
CIRADE-UQAM
Université de Montréal

Séminaire sur la Représentation
6 février 1987 - n^o, 16

Note: La publication de ce séminaire est rendue possible grâce à une subvention du fonds FCAR.

Résoudre des problèmes mathématiques concrets est une activité cognitive complexe; cette activité, selon Mayer (1983), fait appel à des connaissances linguistiques, sémantiques, stratégiques et procédurales ainsi qu'à des schémas de connaissance. Si on ne peut négliger le rôle des premières connaissances dans la compréhension et la résolution des problèmes, notamment chez les élèves du primaire, les recherches réalisées auprès de ces élèves et des élèves plus âgés montrent par ailleurs le rôle déterminant des schémas de connaissance, ces schémas orientant l'interprétation des relations entre les données des problèmes.

Dans le but de faciliter la construction des schémas de connaissance ou encore d'en faciliter le retrait dans une situation de résolution de problèmes mathématiques concrets, les pédagogues et les chercheurs en didactique proposent souvent d'accompagner les problèmes offerts aux élèves du primaire d'une représentation imagée. S'il n'est guère étonnant que plusieurs des représentations que l'on retrouve dans les manuels scolaires et qui ne font qu'illustrer les contenus sémantiques des problèmes n'aient pas d'effet significatif sur la résolution de problèmes, il est toutefois déroutant de constater que même les représentations qui portent sur les relations entre les données ne semblent pas avoir d'impact important sur l'élaboration ou le retrait de schémas de connaissance pertinents à la résolution de problèmes, comme le montrent un bon nombre de recherches (Bednarz, 1983; Bednarz, Janvier et Poirier, 1983; Campbell, 1978; Poage et Poage, 1977). Ces recherches révèlent aussi que très souvent les interprétations des représentations imagées effectuées par les élèves et les adultes pédagogues ou chercheurs ne concordent pas; les élèves se montrent fréquemment incapables de traiter adéquatement les éléments des représentations qui expriment les relations dynamiques, spatio-temporelles entre les objets ou les états des représentations. Cette discordance entre les perceptions de l'adulte et de l'élève explique sûrement en grande partie les résultats décevants des interventions en résolution de problèmes.

Si on souhaite agir sur la construction des schémas de connaissance et offrir des représentations imagées qui soient un réel support, il importe, selon les résultats précédents, de poursuivre des études orientées vers la compréhension des processus de construction de ces schémas et de ces représentations; l'étude des représentations imagées d'expressions relationnelles mathématiques, dans la mesure où ces représentations extériorisent les schémas de connaissance à la base des interprétations de ces expressions, constitue une voie privilégiée dans la poursuite de ces objectifs. L'étude actuelle, de même que les études réalisées au CIRADE (Centre Interdisciplinaire de Recherche sur l'Apprentissage et le Développement en Education, Université du Québec à Montréal) depuis quelques années, se situe dans cette perspective constructiviste de recherche sur les représentations.

Objectifs

L'étude actuelle est réalisée auprès d'élèves du second cycle du primaire; elle a pour objectifs principaux: a) de caractériser les représentations imagées d'expressions relationnelles mathématiques produites par ces élèves; (b) de dégager les critères de reconnaissance des représentations de ces sujets; (c) d'identifier les relations entre les habiletés à représenter les expressions mathématiques relationnelles et les habiletés à évaluer diverses représentations de ces expressions.

Dans le texte qui suit, seules les caractéristiques des représentations imagées produites par les élèves seront examinées; une attention particulière sera accordée à l'examen des procédés utilisés par les élèves pour préciser le sens des représentations ou en faciliter l'interprétation, cet aspect constituant, selon plusieurs recherches, un élément majeur de discordance entre les interprétations des représentations effectuées par les adultes et les élèves. Enfin, étant donné cette centration, ne seront décrites que les épreuves nécessaires à la compréhension des résultats discutés.

Méthode

A. Sujets

L'expérimentation est conduite auprès d'élèves du second cycle du primaire: 17 élèves de 4^{ème} année; 12 élèves de 5^{ème} année; 11 élèves de 6^{ème} année. Une épreuve de correction et de résolution de problèmes est utilisée dans la sélection des sujets; les élèves retenus pour l'expérience obtiennent tous des résultats égaux ou supérieurs à ceux de la moyenne des enfants de leurs classes respectives.

B. Epreuve de sélection

L'épreuve de correction et de résolution de problèmes utilisée pour la sélection des sujets est extraite de celles utilisées par Lemoyne (1985) dans sa recherche sur les habiletés en rédaction et en résolution de problèmes. Dans cette épreuve, les sujets sont invités à corriger, au besoin, et à résoudre 16 problèmes. Les énoncés de ces problèmes sont puisés parmi ceux formulés par les sujets qui ont participé à la recherche de Lemoyne, conduite auprès de plus de 200 élèves du second cycle. Certains de ces énoncés sont ambigus, d'autres incomplets et d'autres enfin, satisfaisants; les énoncés ambigus ou incomplets sont aussi formulés dans une forme

satisfaisante (formulation effectuée par l'expérimentateur), les contenus lexicaux étant toutefois différents de ceux que l'on retrouve dans les énoncés rédigés par les enfants. Les énoncés ambigus et incomplets comportent plusieurs erreurs orthographiques. Parmi les 16 problèmes, on retrouve 6 énoncés adéquats, 7 énoncés ambigus et 3 énoncés incomplets. Dans la sélection des sujets, nous tenons compte à la fois de la correction des problèmes et de leur résolution. A titre d'exemple, nous présentons un énoncé ambigu et un énoncé incomplet:

énoncé ambigu: Le train va à 95 km il fait 100 km à l'heure. Mon voyage du 4 mois. Combien de km le train a-t-il fait?

énoncé incomplet: Pierre mange 4 kg de pommes si Julie en mange. Combien de kg de pommes ont-ils en tout?

C. Epreuve de représentation imagée d'expressions relationnelles mathématiques

Dans cette épreuve, il est demandé aux sujets de représenter par un dessin diverses expressions relationnelles de types additifs et multiplicatifs. La consigne donnée aux sujets spécifie bien que le dessin produit doit permettre à un autre élève ou à un adulte qui ne connaît pas l'expression de la découvrir; cette consigne demande aussi aux sujets de ne pas perdre de temps à corriger des dessins d'objets, l'expérimentateur pouvant reconnaître facilement ces objets malgré les défauts des dessins. Le choix des expressions relationnelles mathématiques pour cette épreuve tient compte des résultats de la recherche réalisée par Lemoyne et Tremblay (1986). Les expressions retenues sont les suivantes: 1. autant que; 2. moins que; 3. fois plus que; 4. de plus que; 5. n objet par; 6. plus que; 7. n objets dans chaque; 8. n objets pour; 9. de moins que; 10. chacun des... a n objet; 11. autant d'oiseaux que; 12. moins d'aliments que; 13. 3 fois plus d'avions que; 14. 4 voitures de plus que; 15. 10 bananes par; 16. plus d'aviateurs que; 17. 5 passagers dans chaque; 18. 12 litres de lait pour; 19. 3 légumes de moins que; 20. chacun des wagons à 9 boîtes de céréales. Parmi ces expressions, certaines sont générales et n'indiquent que la relation tandis que d'autres indiquent en plus ou moins un des arguments de la relation.

Les dessins réalisés par les élèves sont analysés à l'aide d'une première grille qui permet de distinguer les contenus de ces dessins et d'en évaluer leur pertinence. Cette grille comporte les rubriques suivantes: a) type de mesures: collection, masse, longueur, volume, monnaie; b) personnages: animaux domestiques, personnes; c) représentation-texte: la pertinence des représentations par rapport aux expressions relationnelles mathématiques est évaluée de cette façon: sous le sigle "R=>T", on retrouve les représentations pertinentes et claires et sous le sigle "R?T", on retrouve les représentations inadéquates ou incomplètes; d) procédés pour préciser le sens: quatre types de procédés sont d'abord distingués: 1. procédés symboliques: flèches,

lettres, cordes; 2. procédés empiriques: instruments de mesure (ex: une balance à deux plateaux); 3. procédés verbaux: texte accompagnant un dessin ou discours des personnages; 4. procédés non verbaux: mouvements, regards, expressions.

La dernière rubrique de cette grille est davantage spécifiée pour l'examen des procédés utilisés pour préciser le sens des représentations ou en faciliter l'interprétation. Cinq catégories sont alors distinguées. La première catégorie concerne les procédés de nature empirique; elle correspond à celle décrite précédemment. La seconde catégorie concerne les procédés de nature symbolique; on y distingue les sous-catégories suivantes, selon le rôle joué par les divers éléments qui la composent: 1. séparer des collections: corde, trait vertical; 2. relier des collections, sans préciser les relations: trait horizontal; 3. opérer sur les collections: opérateurs arithmétiques; 4. préciser la relation entre les collections: signe d'égalité, symboles de relations asymétriques; 5. identifier des collections: étiquettes (lettres), flèche orientée vers le haut ou vers le bas; 6. identifier un objet: flèche orientée vers le haut ou vers le bas avec le nom de l'objet; 7. spécifier une relation d'appartenance: flèche orientée vers la droite ou vers la gauche; 8. extraire un sous-ensemble: flèche orientée vers la droite ou vers la gauche; 9. indiquer le sens de lecture: flèche orientée vers la droite ou vers la gauche. Dans la troisième catégorie, on retrouve les procédés verbaux; les dialogues et les monologues sont distingués des descriptions et des questions. La catégorie des procédés non verbaux est constituée des éléments suivants: orientation du regard, expression faciale, mouvement. Enfin, une dernière catégorie appelée contexte inclut les éléments verbaux ou imagés qui permettent de préciser la situation (ex: le dessin d'une classe ou d'une école; un texte narratif et descriptif expliquant le contexte d'application). L'annexe inclut quelques dessins produits par les élèves et illustrant les grilles précédentes.

Résultats

La grille générale d'analyse des représentations est d'abord appliquée; les caractéristiques principales des représentations imagées sont alors dégagées. Les procédés utilisés par les élèves pour préciser le sens de chacune des représentations sont ensuite examinés.

A. Caractéristiques principales des représentations

Les représentations produites par les élèves comportent presque exclusivement des collections; seulement quelques élèves de 6ième année ont recours à d'autres types de mesures.

Environ le quart des représentations comportent des personnages et montrent divers procédés pour préciser le sens des représentations; la fréquence d'utilisation de procédés augmente avec le degré scolaire, les élèves de 6ième année ayant deux fois plus souvent recours à ces procédés que ceux de 4ième année (6ième année: 37% des représentations; 5ième année: 25% des représentations; 4ième année: 16% des représentations). L'emploi de ces procédés semble aussi lié à l'interprétation juste des relations additives; par de tels procédés, les élèves indiquent le sens des relations (ex: pour l'expression "plus que": une première collection de 6 éléments et une seconde collection de 4 éléments; une flèche orientée vers la droite placée entre les 2 collections et indiquant le sens de lecture).

Quel que soit le degré scolaire, les expressions "autant que", "chacun des...a n objets", "de plus que" et "plus que" sont bien représentées par la majorité des élèves. Les représentations sont dans l'ensemble schématiques, conventionnelles et rappellent les représentations rencontrées fréquemment dans les manuels scolaires; quelques élèves seulement se préoccupent de spécifier par divers procédés les interprétations attendues de leurs représentations. Le nombre d'expressions posant des problèmes de représentation diminue avec le degré scolaire: en 4ième année, les expressions "3 légumes de moins que", "12 litres de lait pour", "4 voitures de plus", "3 fois plus d'avions que", "moins d'aliments que", "n objets pour" et "fois plus que" sont sources de difficultés chez la majorité des élèves; en 5ième année, les expressions sources de difficultés sont "n objets pour", "moins que" et "de moins que"; en 6ième année, ce sont les expressions "fois plus que" et "n objets pour" qui posent des problèmes. L'évolution dans les représentations justes concerne surtout les expressions incluant des relations additives. Autre fait intéressant, les expressions dans lesquelles sont précisés les objets occasionnent plus de difficultés de représentation que les expressions plus générales chez les élèves de 4ième année; ce fait s'explique peut-être par la nature spécifique des schémas de connaissance développés jusqu'à ce jour chez les élèves de ce niveau, de tels schémas ne leur permettant pas d'interpréter convenablement les expressions comportant des contraintes. Il est aussi possible que la connaissance des objets sur lesquels portent les relations modifie leur démarche de représentation, entraînant une préoccupation relative à la représentation de ces objets au détriment d'une préoccupation sur la signification des relations.

B. Procédés utilisés pour préciser le sens des représentations

La présence de procédés permettant de préciser le sens des représentations produites par les élèves du second cycle semble reliée à l'interprétation juste des relations. Il apparaît alors important d'examiner ces procédés et d'en évaluer la pertinence. A cet effet, la grille secondaire décrite précédemment pour l'examen de ces procédés est appliquée aux représentations qui comportent de tels éléments.

Pour la majorité des expressions, les élèves ont généralement recours à des procédés verbaux (dialogues ou monologues, descriptions; la formulation d'une question n'est observée qu'à une occasion) pour marquer les relations entre les éléments de leurs représentations; ces procédés s'avèrent généralement plus efficaces que les autres procédés, les élèves y ayant recours réussissant généralement à bien interpréter les expressions. Pour les expressions générales "moins que" et "plus que" ces deux procédés sont utilisés dans des proportions comparables; pour l'expression générale "autant que", le recours au dialogue ou au monologue est privilégié; pour les expressions générales et spécifiques formées de l'une ou l'autre des relations "de plus que" et "de moins que", les élèves accordent leur préférence aux textes descriptifs; enfin, les textes descriptifs constituent le procédé verbal le plus fréquemment utilisé pour les relations spécifiques.

Le recours à ces procédés linguistiques, selon l'examen des comportements à l'épreuve de sélection, se rencontre majoritairement chez les élèves dont les performances à cette épreuve sont bien au-dessus de celles des autres élèves de leur classe. Il semble que l'habileté à interpréter et à représenter adéquatement des expressions relationnelles mathématiques soit reliée à l'habileté à corriger et à résoudre des problèmes. Comment expliquer cette relation? Plusieurs hypothèses peuvent être formulées; l'hypothèse qui nous apparaît la plus plausible s'appuie sur les exigences cognitives de ces activités. En effet, dans la correction des problèmes ambigus ou incomplets, l'élève effectue une correspondance entre ces divers schémas de connaissance et le schéma de connaissance qui semble se dégager du texte de problème et élabore ensuite une application appropriée du schéma de connaissance qu'il identifie, en tenant compte des données du problème à corriger; dans la situation de représentation imagée d'une expression relationnelle mathématique, l'élève doit aussi identifier le schéma de connaissance associé à cette expression et instancier ce schéma; le recours à des procédés verbaux pourrait témoigner de cette instanciation, de cette élaboration. Il serait sûrement important dans une étude ultérieure d'évaluer la pertinence de cette hypothèse explicative.

L'examen des procédés utilisés par les élèves fait ressortir d'autres résultats intéressants. Ainsi, l'emploi de traits verticaux pour séparer des collections se rencontre presque exclusivement dans les représentations d'expressions spécifiques et ne semblent pas en relation avec la justesse des interprétations. L'étiquetage de collections est aussi utilisé pour les représentations d'expressions spécifiques et se rencontre chez les élèves qui interprètent convenablement les expressions; il convient toutefois de souligner que ce procédé est généralement accompagné d'un procédé verbal. Le recours à des flèches pour indiquer le sens de lecture observé dans les représentations de relations additives est associé à la réussite de l'interprétation de ces relations; la réussite dans l'interprétation de ces relations est aussi chez quelques élèves liée à l'utilisation de procédés non verbaux tels expressions faciales, regards. Enfin, les autres procédés décrits dans la grille ne sont utilisés que par quelques élèves et ne

semblent pas associés à la réussite des interprétations.

Conclusions

Les représentations d'expressions relationnelles mathématiques produites par les élèves du second cycle sont dans l'ensemble schématiques, conventionnelles et peu précises. On observe toutefois une évolution dans la précision des représentations selon le degré scolaire et une multiplication des procédés de précision utilisés. Parmi ces procédés, le dialogue, le monologue et le texte descriptif sont privilégiés et s'avèrent efficaces. Le recours à des flèches n'est observé que dans les représentations de relation additives et ce, chez quelques élèves seulement; ces élèves interprètent bien ces relations. Il est étonnant qu'aucun sujet n'ait recours à ce procédé pour les représentations de relations multiplicatives puisque dans les manuels scolaires ce procédé est fréquemment utilisé.

Cette étude fait enfin ressortir la pauvreté et la spécificité des schémas de connaissance associés aux représentations imagées d'expressions relationnelles mathématiques: les collections sont presque exclusivement utilisées, les représentations sont peu précises. Il conviendrait sûrement de poursuivre les recherches sur les représentations et les schémas de connaissance afin non seulement de mieux comprendre leurs processus de développement mais aussi de planifier des interventions susceptibles d'en faciliter le développement.

Références

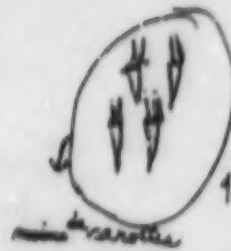
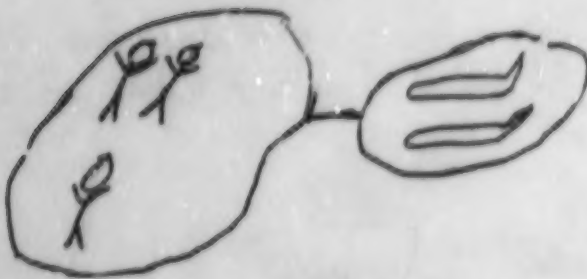
- Bednarz, N. (1983). Problèmes de représentation en arithmétique au primaire. Cahier du CIRADE, Rapport de recherche FCAC, octobre.
- Bednarz, N., Janvier B., Poirier, L. (1983). Problèmes de représentation d'une transformation en arithmétique chez les enfants du primaire, Bulletin de l'Association Mathématique du Québec, octobre.
- Campbell, P.F. (1978). Textbook pictures and first-grade children's perception of mathematical relationships. Journal for Research in Mathematics Education, 9, (no 5), 368-373.
- Lemoyne, G. (1985). Différences syntaxiques et sémantiques entre les énoncés mathématiques formulés par les enfants et ceux apparaissant dans les manuels scolaires. Rapport de recherche CRSHC.
- Lemoyne, G., Tremblay, C. (1986). Addition and multiplication: Problem Solving and Interpretation of Relevant Data. Educational Studies in Mathematics, 23-49.
- Mayer, R. E. (1983). Thinking, Problem Solving, Cognition, Freeman: New Jersey.
- Poage, E., Poage, M. (1977). Is one picture worth one thousand? Arithmetic Teacher, 24, (no 5), 408-414.

ANNEXE

Dessins illustrant les grilles d'analyse

"plus d'aviateurs que"

"moins d'aliments que"



que de



- a. mesure: collection
- b. personnages
- c. procédés: symboliques: trait horizontal (relier)
- d. repr-texte: R<=>T

- a. mesure: collection
- b. procédés: verbaux: description; symboliques: flèche et nom d'objet (identifier)
- c. repr-texte: R<=>T

de moins que

n objets pour



3 objets pour ensembles
A et B et aucune pour l'ensemble



- a. mesure: masse
- b. procédés: empirique
- c. repr-texte: R<=>T

- a. mesure: collection
- b. procédés: symboliques: étiquettes, cordes; verbaux: description
- c. repr-texte: R?T

moins que

5 passagers dans chaque

5 passagers dans chaque
il y a 5 passager dans cha-
bateau et il y a 2 bateau

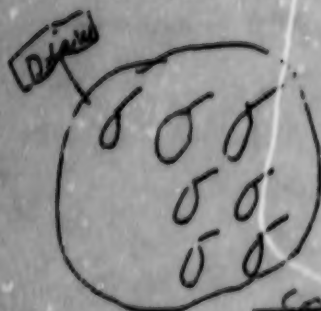


a. mesure: collection
b. procédés: symboliques:
flèche (sens de lecture)
c. repr-texte: R(=)T

a. mesure: collection
b. personnages
c. procédés: verbaux: des-
cription
d. repr-texte: R(=)T

de moins que

4 voitures de plus que



+



Comment à-ma-t-il la main
au Digne

a. mesure: collection
b. procédés: symboliques:
flèche et nom d'objet (iden-
tifier), question
c. repr-texte: R(=)T

a. mesure: collection
b. procédés: symboliques: opé-
rateurs arith; corde
c. repr-texte: R?T

fait plus que

autant d'oiseaux que

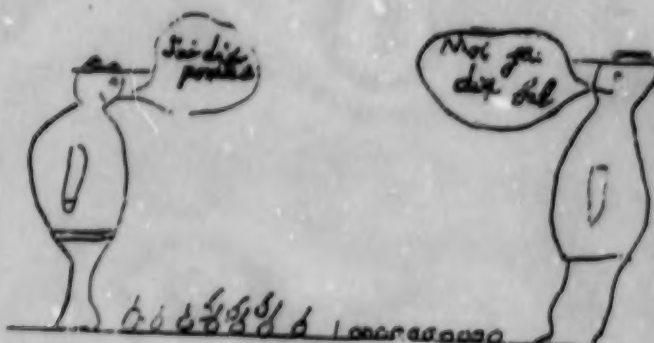
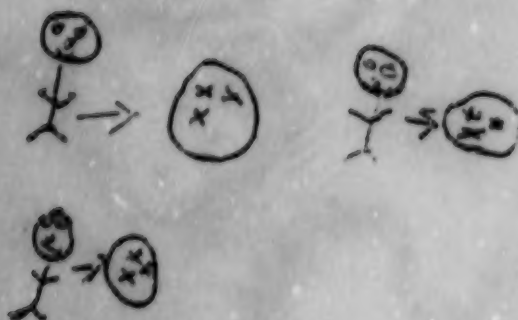


- a. mesure: collection
- b. personnages
- c. procédés: verbaux: monologue-dialogue; non verbaux: expressions faciales, mouvement
- d. repr-texte: R<=>T

- a. mesure: collection
- b. procédés: symboliques: trait vertical (séparer-collection)
- c. repr-texte: R?T

chacun des... a n objets

autant que

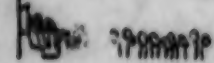
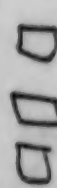
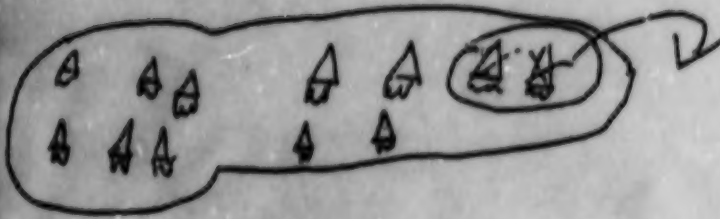


- a. mesure: collection
- b. personnages
- c. procédés: symboliques: flèche (appartenance); non verbaux: expression faciale
- d. repr-texte: R<=>T

- a. mesure: collection
- b. personnages
- c. procédés: verbaux: dialogue; non verbaux: orientation du regard
- d. repr-texte: R<=>T

soins d'aliments aux

n objets par



a. mesure: collection
b. procédés: symboliques:
cordes, flèche (extraction
d'un sous-ensemble)
c. repr-texte: RTT

a. mesure: collection
b. personnages
c. procédés: contexte (élèves
école)
d. repr-texte: R(=)T

**Apprentissage du
Logo et problèmes de
représentation des connaissances**

**par Pascale Blouin
et Gisèle Lemoyne
CIRADE-UQAM
Université de Montréal,
Joël Hillel,
Université de Concordia
Jean-Luc Gurtner,
Université de Fribourg**

**Séminaire sur la Représentation
13 mars 1987 - n^o, 17**

Note: La publication de ce séminaire est rendue possible grâce à une subvention du fonds FCAR.

Apprentissage de la programmation Logo par une méthode exploitant les notions de conflit cognitif et d'obstacle

**Pascale Blouin et Gisèle Lemoyne
Université de Montréal**

De plus en plus d'études en didactique des mathématiques et des sciences montrent comment les notions de conflit cognitif et d'obstacle épistémologique contribuent à une meilleure compréhension des processus de construction des connaissances en ce domaine et des échecs ou des résultats souvent décevants des interventions didactiques. Dans le domaine de l'apprentissage de la programmation, du moins de l'apprentissage du Logo, peu de recherches ont été effectuées sur les conflits et les obstacles constitutifs des connaissances.

L'environnement de programmation Logo constitue un domaine privilégié pour analyser le rôle des conflits cognitifs et des obstacles épistémologiques dans l'élaboration des connaissances: a. selon Anderson, Farrell et Sauers (1984), dans l'apprentissage de la programmation, le sujet amené à développer des habiletés cognitives et des connaissances spécifiques (notions de boucle, de variable, ...) ne peut utiliser avec profit plusieurs des connaissances construites dans d'autres domaines; il est donc possible de mieux contrôler, par les activités d'apprentissage proposées, l'espace des connaissances et d'identifier les conflits et les obstacles auxquels font face les apprenants novices; b. il est enfin plus facile d'évaluer la pertinence des interventions didactiques effectuées au cours de l'apprentissage de la programmation.

OBJECTIFS

Ces raisons, de même qu'un intérêt pour l'environnement de programmation Logo, ont motivé l'étude actuelle qui a pour but principal d'analyser le développement des représentations des notions de boucle, de variable, de procédure et d'interface de quelques enfants de 9 et 10 ans soumis à un enseignement de ce langage selon une méthode exploitant les notions de conflit cognitif et d'obstacle.

PROBLEMATIQUE

Cette recherche s'inscrit dans le cadre des études sur les notions de conflit cognitif et d'obstacle épistémologique réalisées dans le domaine de la didactique des sciences et des mathématiques et des études sur l'apprentissage de la programmation. Parmi ces dernières études, celles portant sur le développement de la notion de variable informatique retiennent davantage notre attention.

A. La notion de variable informatique: difficultés d'élaboration

Selon Soloway (1986), l'apprentissage de la programmation devrait faciliter le développement d'une conception plus riche et dynamique de la notion de variable. Les études réalisées jusqu'à présent auprès d'élèves du secondaire sur l'apprentissage de la programmation en langages Pascal et Basic et, de façon encore plus évidente, celles conduites auprès d'élèves de fin primaire, du secondaire et même d'enseignants, sur l'apprentissage de la programmation en langage Logo, montrent que très souvent l'apprentissage de la programmation ne modifie pas de façon marquée les conceptions naïves de la notion de variable.

Jeffries (1982), Soloway, Bonar et Erlich (1982), Samurcay (1985), Rouchier (1981) montrent que les programmeurs novices en Pascal non seulement confondent les notions de variable mathématique et de variable informatique, mais aussi que plusieurs d'entre eux ont une conception naïve de la notion de variable mathématique. Ils éprouvent des difficultés à dissocier les propriétés formelles de la variable informatique de celles de la variable mathématique; ainsi, ils refusent en Pascal d'accepter l'expression " $a = a + b$ " et préfèrent alors créer une autre variable c pour l'accumulation. Certains élèves multiplient aussi le nombre de variable et cette multiplication semble relever d'une conception naïve de la notion de variable mathématique, conception où la variable tient lieu de boîte où on peut placer une quantité limitée d'objets ou encore de boîte où on ne place que des objets d'un type donné ou qui remplissent la même fonction. Puisque les fonctions et les types d'objets sont variés en programmation (variable "compteur", variable "test", variable "entrée", variable "accumulation"...), on assiste souvent à une multiplication du nombre de variable chez les sujets novices.

Dans les expériences d'apprentissage du langage Logo réalisées auprès de jeunes élèves, les conceptions naïves de la notion de variable informatique et de variable mathématique sont encore plus évidentes. Les études réalisées par Robert (1983) montrent que chez les enfants la variable a une fonction heuristique: enlever l'élément répété (ex: 100 dans tous les Av 100), modifier la valeur d'un paramètre dans une procédure où sont distingués les éléments

constitutifs de la figure (ex: COTE, CO, C). Ces conceptions de même que celles décrites antérieurement rejoignent celles relevées par Kuchemann (1979), Rosnick et Clement (1980) et bien d'autres chercheurs en didactique de l'algèbre.

Bien que les notions de variable informatique et de variable mathématique présentent plusieurs propriétés distinctes, on ne peut ignorer les conceptions de ces notions chez les élèves qui sont initiés à la programmation; ces conceptions sont autant de connaissances qui peuvent faire obstacle à l'apprentissage des notions informatiques de boucle, de procédure et d'interface et être sources de conflits cognitifs déterminants dans la construction de ces notions.

B. Les notions de conflit et d'obstacle

Les notions de conflit et d'obstacle sont complexes. Dans cette présentation, les sens donnés à ces notions sont empruntés à Brousseau (1983) et Duroux (1983), pour la notion d'obstacle, et à Perret-Clermont (1979), Mugny (1985) et Chaiklin (1985), pour la notion de conflit.

a) Obstacle

Dans le domaine de la didactique, Brousseau (1983) distingue trois types d'obstacles: les obstacles d'origine ontogénique (associés aux limitations neurophysiologiques du sujet apprenant à un moment de son développement cognitif); les obstacles d'origine didactique (relevant des contenus et des méthodes d'enseignement choisis); les obstacles d'origine épistémologique (ceux auxquels le sujet apprenant ne peut se soustraire et jouant un rôle déterminant dans l'élaboration des connaissances).

Les obstacles épistémologiques sont associés à l'acte de connaître; on connaît contre une connaissance antérieure. Ces obstacles sont des connaissances qui résistent au rejet et tentent de s'adapter localement, selon un processus d'accommodation. Une connaissance obstacle est donc une connaissance qui fonctionne bien dans certaines situations seulement. Le franchissement d'un obstacle exige donc des interactions répétées et dialectiques de l'apprenant avec l'objet de ses connaissances.

Les études réalisées en didactique des mathématiques montrent le rôle joué par les obstacles épistémologiques. Elles ne fournissent toutefois que certaines indications sur la gestion des activités d'apprentissage en vue de faciliter l'accès aux obstacles et leur franchissement. L'examen des recherches effectuées en psychologie génétique, en particulier, des recherches sur la notion de conflit cognitif ou de conflit socio-cognitif, apporte d'autres éléments de réponse.

b) Conflit cognitif ou conflit socio-cognitif

Selon Perret-Clermont (1979) et Mugny (1985), il existe plusieurs types de conflits: a. conflit cognitif entre les hypothèses émises par l'enfant et les faits ou constatations qui les infirment; b. conflit cognitif opératoire entre des schèmes différents, sources de contradiction; c. conflit socio-cognitif produit par les contradictions entre les stratégies de deux sujets (enfant-enfant ou enfant-adulte). Quel que soit le type de conflits, l'apport de l'interaction avec le réel est déterminant: cette interaction est à la fois source de conflits et source de régulation. Dans l'interaction avec le réel, le progrès de la connaissance résulte des contradictions entre les prédictions ou jugements du sujet et les constats d'une part et, de la confrontation des actions ou projets d'actions avec les résultats, d'autre part; dans l'interaction sociale, la confrontation se situe au niveau des affirmations ou des actions du sujet et de celles d'autrui.

L'environnement Logo, d'une façon encore plus évidente que les autres environnements de programmation, constitue une voie privilégiée pour l'activation de conflits et la mise en place d'obstacles, à la condition que les activités proposées au sujet soient choisies à cet effet, que le sujet apprenant soit invité à effectuer des prédictions, qu'il ne puisse modifier ou abandonner ses objectifs lorsqu'un obstacle doit être franchi et qu'il puisse avoir recours aux connaissances, stratégies et points de vue qui lui permettent de résoudre un conflit ou de surmonter un obstacle. Ces conditions ne sont toutefois pas suffisantes car, comme le souligne Chaiklin (1985), reconnaître les conflits, les contradictions ne conduit pas nécessairement à une modification des conceptions. Plusieurs sujets peuvent justifier facilement leurs croyances ou procéder à des modifications locales et mineures de leurs connaissances qui n'affectent pas les autres éléments de leurs conceptions; enfin, certains sujets, en raison de leurs conceptions intuitives et peu structurées, ne semblent pas éprouver de réels conflits, acceptant sans résistance les faits non prévus et sachant les incorporer.

METHODOLOGIE

A. Sujets

Cinq sujets, 2 âgés de 9 ans et 3 de 10 ans, participent à l'expérience. Tous ces sujets, sauf un des plus jeunes, ont des performances en mathématiques supérieures aux performances moyennes des élèves de leur classe. Une épreuve de composition additive de déplacements et une épreuve de description d'une procédure de sériation de poids (habiletés de planification, Retschitzki 1985) permettent de caractériser davantage ces sujets.

B. Méthodes d'apprentissage

La méthode d'apprentissage poursuit simultanément deux objectifs généraux: intégration et ajout de connaissances factuelles et procédurales relatives à certaines notions informatiques du langage Logo. On peut distinguer, en fonction des objectifs spécifiques poursuivis, quatre étapes d'apprentissage: 1) apprentissage de la syntaxe du Logo; 2) apprentissage des notions de procédure, de variable, de boucle et d'interface; 3) évaluation et correction de procédures incomplètes, inappropriées ou comportant des erreurs; 4) élaboration et réalisation d'un programme personnel. Nous ne décrivons brièvement que les seconde et troisième étapes, étapes les plus importantes en regard de la méthode d'enseignement développée.

La seconde étape en est une de familiarisation avec les notions de procédure, de variable, de boucle et d'interface; divers dessins sont proposés aux sujets. Pour chacun de ces dessins, les sujets sont d'abord invités à en décrire les étapes de production puis à écrire une procédure utilisant une séquence minimale d'instructions, utilisant ou modifiant au besoin une procédure créée antérieurement, et enfin, à produire un dessin complémentaire plus complexe que le premier en utilisant obligatoirement la procédure créée précédemment, cette contrainte obligeant les sujets à solutionner les problèmes d'interface, puisque la production de ce dessin exige une application répétée des procédures utilisées dans le dessin principal.

Les dessins proposés sont les suivants: 1) un carré dont les côtés ont une longueur de 20 pas tortue; la boucle itérative REPEAT est alors appliquée pour la première fois; 2) des carrés de diverses grandeurs (carrés de n pas); les notions de procédure et de variable sont alors introduites; 3) trois carrés de grandeurs différentes, dont deux côtés sont superposés; cette tâche comporte plusieurs difficultés: déterminer la position et l'orientation de la tortue dans la planification des actions incluses dans la boucle; faire varier les variables (augmentation proportionnelle de la longueur des côtés; opérations sur les variables); 4) trois carrés de grandeurs différentes, dont deux côtés sont superposés; dans cette tâche, l'orientation initiale de la tortue diffère de celle utilisée à la tâche précédente; le sujet n'est pas contraint à utiliser la procédure créée précédemment, le but de cette tâche étant d'évaluer le niveau d'intégration des apprentissages réalisés sur les notions de procédure, de boucle, de variable et d'interface; 5) trois carrés de grandeurs différentes, un seul des côtés de chacun des carrés est superposé; cette tâche exige une coordination plus complexe des déplacements et des rotations et constitue une autre application de la notion d'interface; 6) trois carrés de grandeurs variables sont emboîtés; pour la réalisation des emboitements, les solutions au problème d'interface sont cruciales; 7) un triangle; la production d'une telle figure fait appel aux notions d'angle de rotation et de boucle; 8) un hexagone; cette tâche vise l'intégration des connaissances sur les notions d'angle, de boucle, d'interface.

Les activités proposées aux sujets au cours de la seconde étape visent une familiarisation avec certaines notions informatiques; elles suscitent peu d'obstacles et de conflits, les connaissances des sujets étant à ce moment trop rudimentaires ou trop imprécises. La complétion d'une tâche amène cependant une augmentation et une précision des connaissances, de telle sorte qu'à la fin de cette étape les sujets disposent de connaissances suffisamment élaborées pour devenir éventuellement sources de conflits et d'obstacles. Le progrès ultérieur des connaissances pour qu'il soit significatif ne peut éviter les conflits et les obstacles.

Dans la quatrième étape d'apprentissage, les activités d'évaluation et de correction de procédures offertes aux sujets visent une modification et une construction des connaissances par l'exploitation des conflits et des obstacles provenant des connaissances élémentaires mais structurées développées au cours de l'étape précédente. Divers programmes incomplets ou comportant des instructions ou des paramètres inadéquants sont construits à cet effet. Les sujets doivent d'abord prévoir les dessins qui devraient être produits par ces programmes et ensuite, si possible, corriger ces programmes. Par la suite, l'expérimentateur, à leur insu, fait exécuter une procédure similaire mais corrigée qui permet de produire le dessin attendu; les sujets voient ainsi le dessin attendu et peuvent corriger par ajout, retrait et substitution le programme original et le faire exécuter.

Pour la première procédure présentée aux sujets (CHIEN), le dessin attendu est un hexagone; l'omission d'une variable associée à la grandeur de la figure rend toutefois cette procédure inadéquate. Un triangle constitue le dessin attendu de la seconde procédure (CHAT) que le sujet doit évaluer et corriger; les erreurs sont les suivantes: utilisation d'une variable non déclarée et sans affectation; absence d'un paramètre pour l'angle de rotation; non recours à une rotation nécessaire en début de procédure.

Les troisième et quatrième procédures (SOURIS et SOURISSON), une fois corrigées, permettent la production d'une suite horizontale de carrés qui est suivie par une séquence de trois petits traits horizontaux de longueur égale à celle des côtés des carrés; ces procédures diffèrent sous les aspects suivants: les variables sont déclarées en ordre inverse et les directions des rotations dans la boucle itérative servant à faire un carré sont opposées. L'écriture de ces procédures nécessite l'utilisation de deux boucles itératives et de deux variables. Dans la procédure SOURISSON, les corrections concernent la position du dessin à réaliser et l'interface entre les carrés et les traits; dans la procédure SOURIS, aux corrections précédentes s'ajoute une correction supplémentaire qui consiste à déterminer le paramètre de la première boucle.

Les deux dernières procédures (RAT et RATON) montrent des applications différentes de l'instruction MAKE. La procédure RAT ne comporte pas d'erreur; la tâche du sujet consiste à anticiper le résultat de l'application de cette procédure. Dans RATON, l'instruction MAKE à

l'intérieur de la boucle permet de modifier les valeurs des variables. Cette dernière procédure produit le dessin d'une série de sept cercles de grosseurs différentes, alignés sur une trajectoire nord-ouest.

ANALYSE DES COMPORTEMENTS

L'analyse de comportements des sujets et du tuteur au cours des diverses étapes d'apprentissage permet d'identifier les difficultés, les conflits et les obstacles rencontrés par chacun des sujets dans l'apprentissage de la programmation, en fonction de leurs connaissances en Logo et en mathématiques et des interventions du tuteur. L'étude des comportements en situation de réalisation des projets individuels permet d'identifier les connaissances mises à profit et les conceptions qui demeurent source de difficulté. Bien que l'ensemble de ces résultats soient intéressants, il nous apparaît plus pertinent, étant donné les objectifs poursuivis dans cette recherche d'abstraire, de cet ensemble, les données qui éclairent davantage le rôle des conflits et des obstacles dans la construction des connaissances en programmation Logo.

Les épreuves de correction de procédures s'avèrent effectivement celles qui suscitent le plus de conflits et d'obstacles chez les sujets et qui permettent que des progrès déterminants soient réalisés dans la compréhension des notions informatiques de boucle, de variable, d'interface et de procédures. Pour les épreuves principales de correction de procédures, nous examinons un court extrait d'un protocole sujet-tuteur illustrant les moments les plus intéressants dans le développement des connaissances des sujets.

A. Procédure "CHIFFRE" Hexagone

Le tableau 1 présente les procédures adéquate et erronée proposées pour la production d'un hexagone ainsi qu'un court extrait du protocole d'un sujet de 11 ans (S-1).

Tableau 1

Extrait du protocole du sujet S-1 dans la tâche de correction de la procédure CHIEN

<u>IDENTIFICATION</u>	<u>CORRECTIONS</u>	
-QUELLE FIGURE?	-AJOUTE LA URR :C (L- 1) -UTILISE LA URR :C (L- 3): FD :C -HEXAGONE (NON RESPECT DE L'ORIENT) -RETRAIT DE LA ROTATION (L-2) -AJOUTE LT 30 (L-2)	
-DESCRIS LA PROCEDURE IDP<ADEQUATE>		
-DESCRIS LES PROCEDURES IDP ET SUJET (S)		
<u>PROCEDURES IDP ET S</u>		
IDP	S	DESSIN
TO CHIEN :N LT 30 LT 30 REPEAT 6 (FD :N RT 60) END	TO CHIEN REPEAT 6 (FD : RT 60) END	

Les premières corrections réalisées par ce sujet relèvent de connaissances reliées à la déclaration et à l'utilisation de variable à titre de paramètre de certaines instructions; l'identification juste de la figure produite par la procédure est basée sur les connaissances informatiques et mathématiques suivantes: a. informatiques: une boucle permet de tracer un certain nombre de côtés, une figure; le paramètre d'une boucle détermine le nombre de côtés de la figure tracée; b. mathématiques: un hexagone est formé de 6 côtés. Toutefois, ce sujet ne peut établir correctement l'orientation de la figure et suite à l'exécution de la procédure adéquate, il apporte une autre correction à sa procédure, à savoir le retrait d'une instruction de rotation; cette correction s'appuie sur une connaissance restrictive du rôle des instructions de rotation qui peut s'exprimer ainsi: "une rotation ne peut précéder une boucle dans une procédure". Bien qu'une telle restriction n'ait jamais été directement donnée par le tuteur, elle a pu se développer au cours des tâches précédentes dans lesquelles une instruction de rotation à la fin d'une boucle ou juste après une boucle avait pour but d'orienter la tortue entre deux figures. Une confrontation entre les produits respectifs des procédures adéquate et erronée amène toutefois le sujet à identifier le rôle de l'instruction de rotation dans la procédure actuelle et conduit ainsi à une extension des connaissances. Enfin, le trajet suivi par ce sujet dans la modification de ses connaissances n'est pas unique, trois des cinq sujets procédant de la même façon.

B. Procédure "CHAT": Triangle

Lors de la correction de la procédure CHAT, deux des sujets (S-1 et S-2) font face à des difficultés similaires. Pour eux, le fait qu'un triangle soit toujours orienté dans la position habituellement vue en classe, connaissance mathématique naïve, devient source de conflit lorsqu'ils sont confrontés après anticipation du dessin au résultat de l'application de leur procédure corrigée. Comme l'indique le tableau 2, leur procédure CHAT une fois corrigée, devrait, selon la connaissance précédente, produire un triangle bien orienté; ils sont donc amenés à découvrir le moyen de modifier l'orientation de la figure à l'écran. Ils sont aussi amenés, à la suite de l'exécution de leur procédure corrigée, à découvrir l'angle de rotation constitutif du triangle puisque leur identification de la figure ne repose que sur le nombre de côtés associé au paramètre de la boucle et que l'angle de rotation est fixé à 90° . Dans la poursuite de l'objectif de modification de l'orientation de la figure, le sujet S-2 applique une des connaissances acquises au cours de la tâche précédente, à savoir qu'une instruction de rotation précédant une boucle permet de modifier l'orientation de la figure; il ajoute ainsi une instruction de rotation et obtient l'orientation attendue montrant ainsi une connaissance des effets de l'ordre des instructions dans une procédure et une boucle. Une telle modification mineure et locale des connaissances n'affecte pas l'état actuel des connaissances; elle est alors refusée par le tuteur qui oblige ainsi le sujet à affronter les obstacles et à les surmonter.

Tableau 2

Extrait du protocole du sujet S-2 dans la tâche de correction de la procédure CHAT

<u>INTERVENTIONS</u>	<u>CORRESPONDANCE</u>	
-QUELLE FIGURE?	-SUBSTITUE UVA :L A UVA :C (L-2) -AJOUTE PAR 90 A RT (L-2) - TRIANGLE (NON RESPECT DE L'ORIENT)	
-EXECUTE LA PROCEDURE EXP	-AJOUTE LT 90 AVANT (FD...)	
-EXECUTE LES PROCEDURES EXP ET SUJET (S)	-SUBSTITUE RT 90 A LT 90 AVANT...[...] -SUBSTITUE LT 90 A RT 90 DANS ...[...]	
-REFUSE LA MODIFICATION	-MODIFIE LE PAR DE ROTATION (ERREUR)	
<u>PROCEDURES EXP ET S</u>		
EXP	S	DESSIN
TO CHAT1 :C RT 30 REPEAT 3(FD :C RT 120) END	TO CHAT :C REPEAT 3 (FD :L RT) END	

C. Procédure "SOURIS": Carrés et traits

Corriger la procédure SOURIS est la tâche la plus complexe présentée aux sujets; les conflits et les obstacles qu'elle suscite sont variés et leur existence dépend des connaissances antérieures. En effet, un des jeunes sujets ne semble pas posséder des connaissances qui peuvent être source de conflits et d'obstacles et ne peut ainsi profiter de cette activité, se contentant de retenir les suggestions effectuées par le tuteur. Le tableau 3 présente quelques extraits du protocole d'un sujet qui rencontre des conflits et des obstacles déterminants. Afin de mieux cerner ce qui se passe chez ce sujet, il apparaît important de décrire l'ensemble des connaissances qu'il applique, connaissances sources de conflits et d'obstacles mais aussi de régulation.

Les connaissances du sujet S-1 sur la syntaxe et la sémantique du langage Logo lui permettent d'interpréter correctement la séquence d'instructions "PU FD...PD" (espace entre...) et l'instruction FD (avancer de n pas). Il sait aussi que certaines primitives prennent un paramètre et peut effectuer justement le rappel et l'instanciation d'une procédure. Chez ce sujet, une boucle peut avoir plusieurs fonctions: tracer une figure, répéter un certain nombre de fois une séquence d'instructions; il lui reconnaît aussi certaines fonctions spécifiques telles: REPEAT 4: carré; REPEAT 3: triangle. Par ailleurs, le paramètre d'itération est toujours un nombre; cette conception limitée intervient dans la correction de la procédure SOURIS. Au niveau de la notion de variable, ce sujet considère qu'une variable peut être un paramètre d'une instruction: elle accompagne l'instruction FD et peut déterminer une longueur. Quant aux connaissances sur la notion d'interface, elles sont variées: une interface permet surtout de modifier l'orientation d'un dessin, de laisser un espace entre des figures et peut être effectuée au moyen d'instructions de rotation ou des instructions PU et PD.

Le sujet précédent dispose de connaissances plus évoluées, plus générales ou moins restrictives que les autres sujets, ce qui favorise l'éclosion de conflits ou d'obstacles mais peut aussi être sources de régulation. Ainsi, les interprétations justes de la séquence PU FD...PD et de l'instruction FD permettent à ce sujet d'identifier, plus rapidement que les autres, l'interface entre les carrés, identification constituant une étape à franchir vers l'élaboration d'une compréhension de la boucle REPEAT... [REPEAT...]. Une conception plus générale de la boucle itérative l'avantage aussi dans l'interprétation d'une imbrication de boucles. En revanche, certaines connaissances restrictives sur les notions de boucle et de variable peuvent être sources de conflits et d'obstacles; ainsi, concevoir que le paramètre d'une itération soit toujours un nombre et qu'une variable détermine une mesure de grandeur oppose une résistance à la compréhension de l'imbrication de boucles et d'interface.

Tableau 3

Extrait du protocole du sujet S-1 dans la tâche de correction de la procédure SOURIS

INTENTION	PROCEDEMENT
-QUELLE FIGURE?	-SUIVE LA VUE : X -SUIVE LA 1ère BOUCLE - AJOUTE LE PAV : A A PD (L- 2)
PD (L-2) -INFORME: BOUCLE CORNE CORPS DE BOUCLE EST POSSIBLE	- CORNE -SUIVE LA SEQUENCE PU PD 2 * : X
-CENTRE SUR L'INTERPRETATION DE LA 2 1ère BOUCLE INPERT	-AJOUTE REPET 2 A (REPET 4...) : SUIV A REPET 6
TRIANGLES	-TROUVE UN EXEMPLE : REPET 2 3.. → LA 1 ère POUR H DE
-EXECUTE LA PROCEDURE ESPACES, ECP	-DECRIE LE DESSIN: H DE CORNES, LIGNES -SIGNALATION DES INSTRUCTIONS -AJOUT D'UN PAV A L'ITERATION :
REPET 3	- AJOUT D'UN PAV A PD (PD :X) -SUIVE LA VUE : A DANS LA
DECLARATION	DES VARIABLES -AJOUTE UNE BOUCLE (3 LIGNES): IPD 6 * :X PU PD 2 *
(REPET 3 :X PD 3) -DEMANDER L'EXECUTION DE LA PROCEDURE CORRIGEE -EXECUTE LA PROCEDURE ECP AVEC PARAMETRE D'ITERATION DIFFERENT POUR LE TRACE DU CORNE -CENTRE LE SUJET SUR LA DIMENSION DES COTES DES CORNES ET CELLE DES LIGNES DROITES -EXECUTE LA PROCEDURE EXACTE AVEC 2 PARAMETRES DIFFERENTS DE LONGUEUR -AJOUTE RT 90 POUR MODIFIER L'ORIENTATION DU DESSIN	-AJOUTE "PU SETPOS PD" POUR DETERMINER LE POINT DE DEPART -MODIFIE LA MESURE DES LIGNES (REPET 3 (PD :X...)) "H- LIGNE = H-COTE= H-ESPACE" -AJOUTE:(RT 90 PU PD : X LT 90 PD) ESPACE ENTRE CORNES ET LIGNES -DEMANDER DE TROUVER UN MOYEN POUR LA PRODUCTION D'UN PLUS GRAND NOMBRE DE CORNES -AJOUTE UNE VUE CORNE PAV DE L'ITERAT (REPET :H...) -AJOUTE :H AUX PAV DE LA PROCEDURE
COORDONNEES ECP ET 3	
ECP	DESSIN
TO SOURIS :A :X PU SETPOS (-100 -30) PD REPET :A (REPET 4 (PD :X RT 90 RT 90 PU PD 2 * :X LT 90 PD) RT 90 REPET 3 (PD :X PU PD :X PD) LT 90 RT END	TO SOURIS :A :X REPET (REPET 4 (PD RT 90) PU PD 2 * :X PD) END 

Au début de la correction de la procédure, le sujet doit lire et interpréter la procédure erronée. Il se heurte alors à la signification du paramètre d'itération de la boucle englobante; il décide de retirer cette boucle. Il peut par ailleurs identifier correctement la boucle permettant de tracer un carré. Avant l'exécution de la procédure adéquate, ce sujet tente une interprétation du paramètre d'itération de la boucle principale: le nombre 2 est alors affecté au paramètre de cette boucle et devient un facteur de multiplication. Après l'intervention du tuteur le centrant sur son interprétation antérieure de la seconde boucle, le sujet parvient, à l'aide d'un exemple, à interpréter justement le paramètre de la boucle principale. L'exécution de la procédure adéquate confirme son interprétation de ce paramètre et lui permet également d'identifier la séquence d'instructions pour l'interface entre les carrés. Par la suite, le conflit suscité par ses connaissances sur la notion de variable l'amène à modifier les paramètres pour les mesures des longueurs respectives des traits, des espaces et des côtés des carrés; l'intervention du tuteur consistant à exécuter à deux reprises la procédure adéquate en variant les valeurs des paramètres le conduit à un examen des relations entre ces diverses mesures et à une modification de ses connaissances sur la notion de variable.

CONCLUSIONS

Les analyses précédentes montrent que les conflits et les obstacles sources d'apprentissage dépendent à la fois des connaissances informatiques et des connaissances mathématiques. Ces dernières connaissances, dans la situation actuelle d'apprentissage d'un nouveau contenu, semblent déterminantes. Ainsi, le sujet qui éprouve le plus de difficulté à composer des transformations de mesures ne parvient pas à construire des conceptions des notions de boucle, de variable, de procédure et d'interface aussi évoluées que celles construites par les autres sujets. Les connaissances élémentaires de plusieurs des sujets sur les angles de rotation et les propriétés des figures sont aussi responsables des difficultés dans l'interprétation ou l'identification des paramètres d'itération des boucles permettant de tracer ces figures et dans l'interprétation ou l'identification des instructions constituant le corps de ces boucles; certains des sujets qui éprouvent de telles difficultés ne parviennent pas à donner un sens aux activités de correction de certaines procédures et aux notions informatiques impliquées dans ces procédures. Chez ces sujets, on observe alors une diminution importante des conflits et des obstacles rencontrés. Chez un de ces sujets, le plus jeune, peu de connaissances mathématiques pertinentes aux tâches proposées peuvent être appliquées; les obstacles à l'apprentissage semblent alors être de nature ontogénique.

L'étude actuelle montre que les activités de correction de procédures sont un excellent moyen de susciter des conflits et des obstacles constitutifs des connaissances en programmation Logo à la condition toutefois que les contenus de ces activités soient adaptés

aux connaissances mathématiques des sujets. Il serait sûrement opportun de procéder à un examen des connaissances mathématiques des élèves soumis à un apprentissage de la programmation Logo, avant la sélection des contenus d'application de la méthode expérimentée dans l'étude actuelle.

REFERENCES

- Anderson, J.R., Farrell, A., Sauers, R. (1984). Learning to Program in LISP, Cognitive Science, 8, (no 2), 87-129.
- Brousseau, G. (1983). Les obstacles épistémologiques et les problèmes en mathématiques. Recherches en didactique des mathématiques, 4, (no 2), 165-198
- Chaiklin, S. (1985). Stability of Conceptions in Novice Physical-Science Reasoning. Proceedings of the American Educational Research Association Annual Meeting.
- Duroux, A. (1983). La valeur absolue: difficultés majeures pour une notion mineure. Journal pour les enseignants de mathématiques et de physique du premier cycle de l'enseignement secondaire, (no 3), 43-67.
- Jeffries, R. (1982). Comparison of the Debugging Behaviour of Expert and Novice Programmers. Proceedings of the American Educational Research Association Annual Meeting.
- Kuchemann, D. (1979). Children's Understanding of Numerical Variables, Mathematics in school, 7, (no 4), 23-28.
- Mugny, G. (1985). Psychologie sociale du développement cognitif. Berne: Peter Lang.
- Perret-Clermont, A.N. (1979). La construction de l'intelligence dans l'interaction sociale. Berne: Peter lang.
- Retschitzki, J. (1985). Evaluation des acquisitions cognitives consécutives à la pratique active de la programmation par les enfants. Projet de recherche, Suisse.
- Robert, F. (1983). "Quel nom va-t-on lui donner?" A propos de nomination: les noms de procédures et de variables en LOGO. noms propres ou concepts? Actes du 1er colloque LOGO, Clermont-Ferrand, 54-57.
- Roanick, P., Clement, J. (1980). Learning without understanding: the effect of tutoring strategies on algebra misconceptions; Journal of Mathematical Behavior, 3, (no 1), 3-27.
- Rouchier, A. (1981). Problèmes, procédures, programmes étudiés et réalisés par des enfants de CM² utilisant un mini-ordinateur, Revue française de pédagogie, (no 56), 18-26.
- Samurcay, R. (1985). Signification et fonctionnement d'un concept de variable informatique chez des élèves débutants, Educational Studies in Mathematics, 16, 143-161.
- Soloway, E. (1986). Why kids should learn to program. Actes de la Sixième conférence canadienne sur l'intelligence artificielle, Montréal, 1-10.
- Soloway, E., Bonar, J., Erlick, K. (1982). Cognitive strategies and looping constructs: an empirical study, Communications of ACM.

J'ai trouvé la solution mais quel était donc le problème?

Jean-Luc Gurtner

Université de Fribourg et Concordia University*

Introduction et Problématique

L'un des intérêts essentiels de LOGO est qu'il permet d'aborder des problèmes complexes, de géométrie par exemple, avec un minimum de connaissances du langage lui-même. Complexes, parce que le dessin avec Logo ne peut se faire comme avec un crayon. Le simple contrôle visuel de l'action, possible dans le dessin à la main, est souvent inefficace en LOGO (Kieran, Hillel & Eriwanger, 1986). Pour rejoindre un point particulier, par exemple, il est nécessaire de tenir compte des éléments du dessin déjà produits et de ceux qui restent à faire alors qu'il suffit de le viser lorsqu'on dessine à la main. En ce sens, l'emploi du LOGO peut et devrait conduire à une meilleure connaissance des particularités géométriques des objets dessinés.

L'un des problèmes majeurs du recours à LOGO pour étudier la géométrie réside dans le fait que tout concourt à y présenter le dessin à obtenir comme un but à atteindre et non comme un objet à connaître. L'élève (et l'écran) se contenteront souvent d'approximations respectant la forme globale de l'objet. Les dimensions à conférer aux différents segments de l'objet et à ses angles pourront être progressivement ajustées, pour réaliser une figure acceptable voire totalement conforme, sans que ne soient nécessairement prises en compte les relations pertinentes entre ces angles ou ces segments. Les conséquences de l'adoption d'une telle démarche sur la connaissance de la figure dessinée ne sont pas bien connues. Un cours LOGO offre cependant des possibilités intéressantes de tester ces connaissances à court et moyen terme, les élèves pouvant être interrogés et observés à ce propos à différentes occasions plus tard dans le cours. C'est là ce que nous avons essayé de faire dans cette étude; nous chercherons à comparer les performances des élèves dans la confection de programmes réalisant le dessin de figures particulières à celles qu'ils obtiennent dans des tâches investiguant leur connaissance et leur mémorisation de ces mêmes figures, de une semaine jusqu'à quatre mois après leur réalisation à l'ordinateur.

*Supporté par le FNRS, projet No 81.353.0.86.

Organisation de la recherche

Cadre:

Cette étude s'inscrit dans le cadre d'une recherche conduite par J. Hillel, C. Kieran et l'auteur, à l'Université Concordia de Montréal^{**}; elle porte sur les critères et les techniques utilisés par les élèves, à mesure qu'ils se perfectionnent en LOGO, pour déterminer les valeurs à affecter aux angles et aux segments de figures géométriques et sur leur capacité à les exprimer en termes relationnels.

Cette perspective a déterminé le choix des figures proposées, les moyens offerts pour les réaliser, la nature des données recueillies et la taille de l'échantillon de population.

Caractéristiques des figures proposées:

Le choix des figures reposait sur les critères suivants:

- Relative simplicité de la forme générale et des concepts géométriques impliqués (ex: symétrie, rapports de 1/1, 1/2, angles droits, etc...)
- Haute densité de relations entre éléments d'une figure.
- Nécessité d'une analyse préalable importante.

La Figure 1 présente quelques-unes des figures proposées.

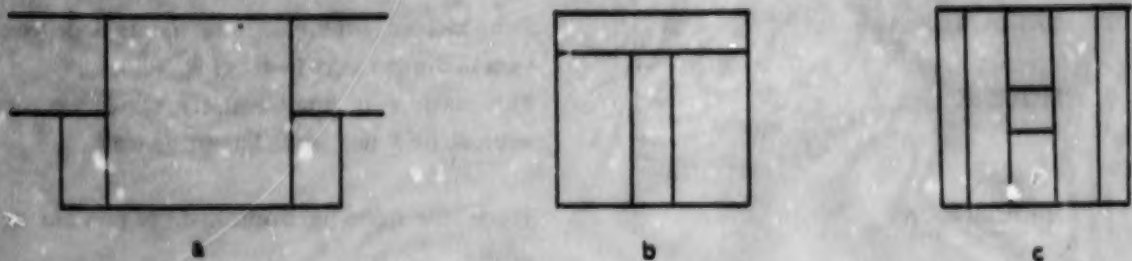


Fig. 1 : Quelques exemples de figures.

^{**}Recherche supportée par le FCAR, Grant EQ-3004, dirigée par J. Hillel.

Quelques indications données verbalement accentuaient les exigences géométriques, ou imposaient un certain ordre chronologique dans le tracé des éléments de la figure.

Pour la figure 1a, dite des 4T, la consigne précisait que les 2T centraux ne devaient pas se recouvrir mais juste se toucher et qu'il fallait commencer le dessin par la ligne de base (BASELINE).

Pour la figure 1b, l'élément extérieur devait être un carré et le rectangle horizontal devait avoir la même épaisseur que le rectangle vertical central.

Pour la figure 1c, l'élément extérieur et l'élément central devaient également être carrés, le second bien centré dans le premier, et les deux rectangles contigus à l'élément central devaient avoir la même largeur que celui-ci et une largeur différente de celles des rectangles latéraux.

A chaque fois, on insistait sur les avantages du travail en mode "programme" plutôt qu'en mode "pilotage".

Nature des moyens à utiliser:

L'univers des commandes mis à disposition des élèves a été adapté à partir du langage Logo traditionnel, de manière à concentrer autant que possible leurs efforts sur la découverte des relations existant dans les figures à dessiner. Les primitives permettant de mouvoir la tortue et de tracer des lignes à l'écran sont remplacées par les six procédures prédéfinies suivantes:

TRT :A, TLT :A

Font pivoter lentement la tortue de A degrés vers la droite (resp. la gauche).

MOVE :N

Fait sauter la tortue dans sa direction actuelle de X pas, sans laisser de trait.

BASELINE :N

Trace une ligne horizontale de N pas sur la droite.

TEE :N

Trace la figure composée de deux segments de longueur N.

RECT :X :Y

Trace un rectangle de dimensions X et Y.

Les trois dernières procédures sont dites transparentes, parce qu'elles laissent la tortue dans la position et l'orientation qu'elle avait avant l'exécution de la procédure.

Tâches portant sur la connaissance des figures:

Toute session commence par un bref dialogue avec l'élève au cours duquel on lui demande s'il se rappelle ce sur quoi il a travaillé la semaine précédente et s'il peut dessiner la figure correspondante.

Nous appelons cette tâche: tâche de rappel simple.

Quatre semaines après sa réalisation à l'ordinateur, la figure est à nouveau présentée aux élèves, accompagnée d'un programme dont on a retiré les entrées numériques. La tâche consiste à compléter le programme par des valeurs adéquates, de manière à produire correctement la figure en question. Cette situation s'appelle: tâche d'insertion des paramètres.

Enfin, quatre mois après réalisation, on demande aux élèves

- a) de dessiner sur papier les figures réalisées. Un dessin rappelant par son allure générale la figure visée était utilisée pour réactiver et diriger le souvenir vers celle-ci. Nous appelons cette situation: tâche du dessin de mémoire avec indice.
- b) De décrire verbalement, en consultant la figure, les raisons de sa relative difficulté. Cette tâche est dite: tâche de description des difficultés.
- c) de trouver, parmi quatre programmes proposés, celui (ou ceux) qui produirai(en)t un dessin correct de la figure visée. Les programmes incorrects présentaient chacun une erreur typique de celles observées lors de la réalisation de la figure à l'ordinateur, s'écartant de la correction par un seul paramètre. Cette situation s'appelle tâche d'évaluation de programmes.

Nature des données:

La réalisation est enregistrée par le biais d'un programme permettant de réunir sur un même papier tout ce que l'élève a tapé (y compris les modifications effectuées lors d'édérations successives) et le dessin de toutes les productions obtenues à l'écran en cours de réalisation. Les commentaires fournis par l'élève et ses réponses "en direct" sur les raisons de ses choix de

valeurs, les calculs qu'il a pu faire sur une feuille mise à sa disposition sont également retranscrits sur ce même papier. Pour analyser les performances aux tâches portant sur la connaissance des figures, on utilise les dessins produits par l'élève et le texte du dialogue expérimentateur-élève relatif à ces tâches.

Population:

Cette étude porte sur le travail de 6 élèves de 12-13 ans présentant un niveau en mathématique conforme à leur degré scolaire (6P). Ils venaient à notre laboratoire après l'école une heure par semaine pendant 24 semaines. Ce laps de temps leur a permis de réaliser une vingtaine de projets de figures répondant aux critères ci-dessus.

Discussion

Niveau de conceptualisation des figures

L'examen général des performances aux tâches portant sur la connaissance des figures permet de mettre en évidence trois niveaux de connaissance répondant à des degrés différents de conceptualisation de la figure et des relations entre ses éléments.

Niveau I: Conceptualisation fragmentaire. Les relations entre éléments ne sont correctes que localement. Des sous-systèmes de relations incompatibles entre eux coexistent. Le dessin de mémoire avec indice, quatre mois après réalisation, montre que la forme globale de la figure et les relations principales sont généralement perdues. Le souvenir est difficile voire impossible. (cf. Fig. 2c).

Niveau II: Conceptualisation globale mais unidirectionnelle. Les connaissances et souvenirs relatifs à l'objet sont organisés en une chaîne de mises en relation, qui suit l'ordre dans lequel ces relations ont été découvertes lors de la réalisation du dessin en LOGO. Ces mises en relation demeurent cependant unidirectionnelles en ce sens qu'elles ne s'accompagnent pas nécessairement de la possibilité d'utiliser la relation inverse. Par exemple, la découverte, lors de la réalisation, de la relation liant la taille des T à la longueur de la base dans la figure des 4T ne signifie pas que l'élève sera capable de donner aux T, dans la tâche d'Insertion des paramètres, des tailles compatibles à la longueur qu'il vient d'attribuer à la ligne de base.

Le choix des valeurs n'est pas basé sur l'anticipation. Par exemple, un seul de nos sujets a choisi, dans la tâche d'Insertion de paramètres, une valeur pour BASELINE facilement divisible par 3.

comme le nécessitait la figure des 4T. La figure étant reconstituée séquentiellement, le dessin est généralement presque ou entièrement correct (cf. Fig. 2b).

Niveau III: Conceptualisation générale. De nouvelles relations, comme les relations inverses, par exemple, sont tirées des relations découvertes lors de la réalisation. Les connaissances relatives aux figures produites s'organisent en un réseau de relations bi-directionnelles dont le parcours n'est plus restreint à une séquence particulière. L'anticipation complète la déduction pour déterminer les dimensions à conférer aux différents éléments d'une figure.

Nous avons montré ailleurs (Gurtner, à paraître) que ces niveaux de conceptualisation sont parallèles à des niveaux de prise de conscience de la démarche.

Reformulation du problème

L'examen des relations conservées et des descriptions données de la figure et de l'origine des difficultés qu'elle présente permet de constater que des biais systématiques influencent la représentation conservée en mémoire de la figure et des problèmes liés à la réalisation. Cette influence s'opère:

a) En fonction des difficultés rencontrées lors de l'exécution:

Quatre sujets situent l'origine de la difficulté relative de la figure des 4T dans le fait que les grands T ne devaient pas se croiser alors qu'aucun ne retient la contrainte de l'ordre d'exécution des éléments comme cause de la difficulté. Cette dernière est même oubliée de la consigne par tous nos sujets. La Figure 2a montre comment la difficulté provoquée par la contrainte du non croisement des branches des T influence le souvenir qu'a gardé de la figure des 4T l'un de nos sujets, quatre mois après exécution. La figure 2b montre la déformation provoquée par les difficultés à aligner à gauche et à droite les extrémités des petits et grands T rencontrées par un autre de nos sujets.

b) En fonction des relations découvertes lors de l'exécution:

L'importance des relations découvertes lors de l'exécution affecte la connaissance et le souvenir de la figure. Quatre semaines après exécution, dans la tâche d'insertion des paramètres, tous nos sujets se souvenaient qu'il existait une relation simple entre la taille des T et celle de l'intervalle compris entre les deux grands T de la figure des 4T, alors qu'une telle relation n'était présente que chez un seul sujet dans son premier programme, à l'exécution. Par contre, la longueur de la ligne de base n'était plus égale à la somme des intervalles entre les T que chez deux sujets alors qu'elle l'était

chez quatre d'entre eux au début de la tâche d'exécution.

A l'inverse lorsqu'il n'y a pas eu de mise en relation, le souvenir perd de son acuité. La figure 2c montre la représentation que conservait l'un de nos sujets de la figure des 4T. La ligne de base y est libre de toute contrainte et ce sujet n'était même plus certain qu'elle figurait dans la figure originale.

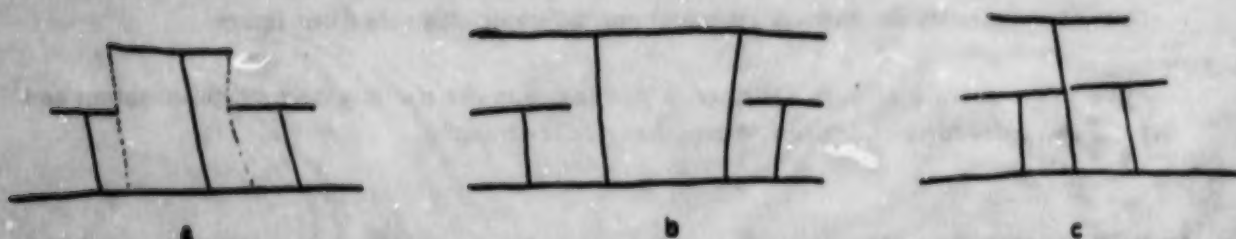


Fig 2 . Exemples de dessins de mémoire avec indice de la figure illustrée à la Fig. 1a.

Cohabitation de représentations différentes

L'examen des performances aux différentes tâches de connaissance de figures permet de constater que différentes représentations de celles-ci, parfois incompatibles, sont conservées parallèlement. Ces différentes représentations peuvent apparaître à propos de tâches différentes mais également comme deux représentations successives pour une même tâche.

On retrouve par exemple, chez l'un de nos sujets, l'idée que l'intervalle entre les deux grands T de la figure des 4T est égal à la taille d'un petit T, dans la tâche d'Evaluation de procédures (idée déjà présente 3 mois plus tôt au cours de la tâche d'Insertion des paramètres) alors qu'elle venait de placer deux de ces petits T entre les deux grands T dans son dessin.

Un autre de nos sujets a jugé correctes deux procédures présentées dans la tâche d'Evaluation des procédures, l'une parce que "c'est elle qui a l'intervalle entre les grands T le plus long et qu'il est égal à deux moitiés de grands T" (donc égal à un grand T), et l'autre parce qu'on y trouve (également !) un rapport de 1/2, mais cette fois entre la taille des grands T et celle de l'intervalle entre eux-ci, acceptant ainsi comme également correcte la procédure qui présente l'intervalle le plus court (égal à cette fois à la taille d'un petit T).

Il y a bien là cependant cohabitation et non pas supplantation puisque, comme on l'a vu dans ces exemples, une représentation temporairement abandonnée peut ressurgir, immédiatement ou parfois même plusieurs mois plus tard.

Quelques mots de conclusion

La variété des usages possibles de l'univers graphique qu'offre le langage LOGO constitue à la fois une richesse et une source d'ambiguïtés, pour l'éducateur comme l'élève. Programmation, résolution de problèmes, dessin et géométrie y sont souvent difficiles à démêler et l'aspect qui intéresse l'enseignant ou le chercheur n'est pas toujours celui qui retient l'attention de l'élève. La façon dont l'élève réalise à l'ordinateur un projet qui lui est proposé se ressent de cette ambiguïté; la connaissance qu'il développera et conservera de la figure réalisée également. Cette étude a permis de montrer que des représentations différentes de celle-ci, tant du point de vue de leur niveau d'élaboration que de l'usage qui peut en être fait, peuvent accompagner la réussite en LOGO, c'est-à-dire l'obtention à l'écran d'un dessin conforme au projet poursuivi.

Bibliographie

- Gurtner, J-L. Success and Understanding while solving geometrical problems in Logo. Proceedings of PME-II, Université de Montréal (sous-presse).
- Kieran, C., Hille, J. & Erlwanger, S. Perceptual and Analytical Schemas in solving structured Turtle-Geometry Tasks. In Hoyles, C., Noss, R. & Sutherland, R. Proceedings of the Second International Conference for Logo and Mathematics Education. University of London Institute of Education, 1986.

The Representation of Procedures by Children Using LOGO

***Dr. Joel Hillel
Mathematics Department
Concordia University**

The notion of procedure/subprocedure is central to programming. Logo stands out in particular because of its simple mechanism of defining procedures (i.e. by writing TO...). Coupled with the availability of a Turtle Graphics, LOGO seems to afford an excellent environment for using and defining procedures, even by young children.

We can view the use of procedures as going in two directions. In the first case, one can use existing procedures to create more complex objects (i.e. procedures as "building blocks"). Here the movement is from simple to complex. The other direction involves the decomposition of a complex object (or production) into simpler components by the definition of subprocedures. Papert argued that such uses of procedures parallel important intellectual activity. In the first case, that of hierarchical organization of knowledge and, in the second, as an exemplifier of heuristical thinking on simplifying a complex problem.

In this talk I will point to some of the cognitive obstacles experienced by children (aged 9-12) in dealing with (sub)procedures. I will argue that these difficulties stem from their mental representation of a procedure as corresponding to a fixed output on the screen rather than a production system. I will also offer some reasons why such a representation of procedures is the most spontaneous one for children.

Turtle-geometry

Young children (age 8-12) are often introduced to programming in LOGO through the use of the "drawing with the turtle" metaphor, i.e. the computer screen is the drawing surface and the turtle is an object to draw with. The success of this metaphor is attested by the evidence of a strong drawing schema underlying the children's choices of goals, productions and planning strategies, as well as, their criterion for success (Mendelsohn, 1985; Hillel and Samurcay, 1985). Thus, children often set themselves "concrete" projects of "drawing" a figure in some specific screen location and orientation and their productions resemble the sequence of actions in paper-and-pencil drawing.

There are usually three stages in the way procedures are introduced to children:

- Stage I: Procedures are introduced as a mean of saving a particular screen production. Here a procedure plays the role of the primitive SAVEPIC which exists in the newer LOGO versions. Its functionality lies in the ability to reproduce the identical figure on the screen at a later time.
- Stage II: Using existing procedures to create new and more elaborate figure (often with the use of REPEAT).
- Stage III: (Structured programming). Defining subprocedures in order to facilitate the description of a production of an object and to facilitate the debugging of the program.

Children's use of procedures

I have already mentioned the presence of a strong drawing schema which underlies children's work in Turtle Geometry. The identification of a procedure with a specific figure on the screen (Stage I) resonates well with the drawing schema. However, the use of procedures outlined in Stage II and III conflicts with the drawing schema, because:

- (i) it involves relinquishing control from the user to the machine
- (ii) it calls for different representations of the structure of a figure.
- (iii) it necessitates a more dynamic representation of a procedure, and in particular, the awareness of the different turtle states.

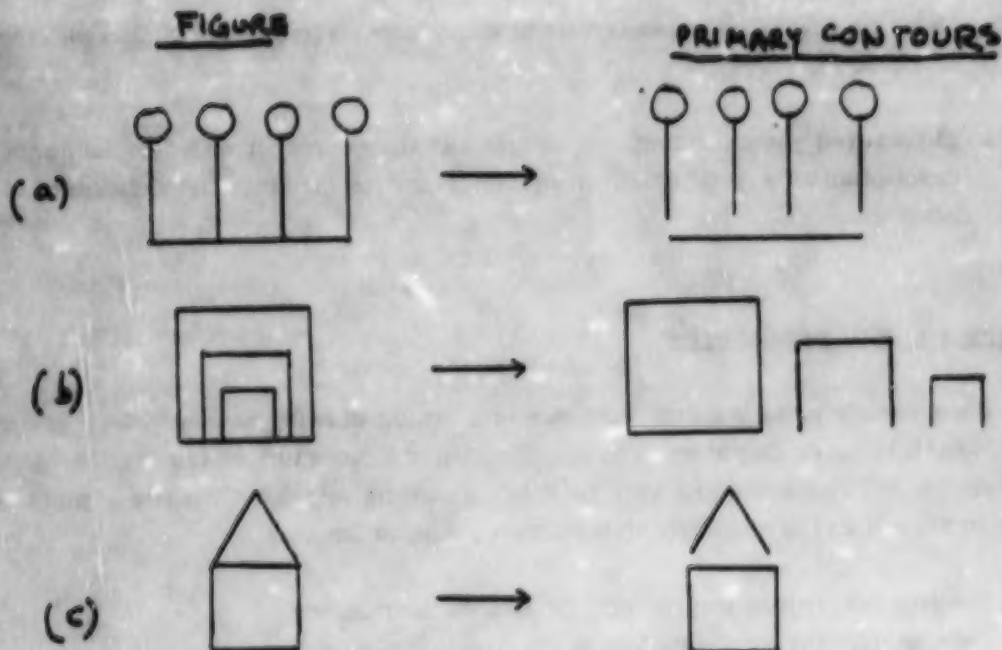
I will elaborate on each of the above:

(i) **CONTROL:**

"Drawing with the turtle" without using procedures, but only the primitives FD, BK, RT, LT means that the child is in complete control. S/he is actually guiding the turtle around the figure. While this notion of being in control is most evident in direct-mode, it may also be operational in pre-planning mode, i.e. the child mentally drives the turtle around to trace the figure. On the otherhand, using subprocedures means relinquishing some of the control to the machine, since it is the computer and not the child that is executing the subprocedure. This conflicts with the drawing schema.

(ii) **PERCEPTUAL ORGANISATION OF FIGURES:**

A fluent use of subprocedures (whether they are already available or need to be defined) necessitates a particular "perceptual organisation" of figures. Consistent with the drawing schema, children tend to represent figures as consisting of "primary contour structures" (see Vurpillot, 1972). Such representation is highlighted by avoiding overlap between different subfigures and leaving line segments as whole entities which belong to only one subfigure. For example:



While figure (a) is likely to be analyzed as made up of four balloons and a procedure BALLOON will be used as a subprocedure, the perceptual organisation of figures (b) and (c) results only in a partial use of subprocedures. Even when a generalized square procedure TO SQUARE:SIDE is available to the children, they are likely to call that procedure only once in constructing figure (b) and not to call the procedure TO TRIANGLE in figure (c).

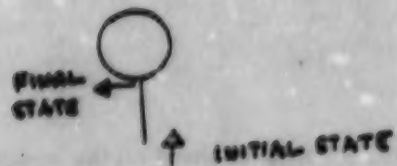
(iii) DYNAMIC REPRESENTATION OF PROCEDURES:

The prepondance of interface errors in children's program points to their having, at best, only a partial representation of the functioning of the procedures. While most researchers will refer to interface error as any incorrect "linkage" between two procedures, I will not include here errors which are just computational in nature, i.e. where the children are aware of the relevant turtle-states and simply wrongly compute the commands or the inputs to effectuate the interface. On the otherhand, if I consider the following productions of the figure



When the procedure

```
TO BALLOON
FD 40
LT 90
CIRCLE 20
END
```



is available:

```
(1) TO BALLOONS
BALLOON
FD 40
BALLOON
END
```

```
(2) TO BALLOONS
BALLOON
RT 90 FD 40 LT 90
BALLOON
END
```

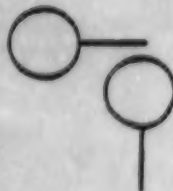
```
(3) TO BALLOONS  
  BALLOON  
  BK 40  
  RT 90 FD 40 LT 90  
  BALLOON  
  END
```

```
(4) TO BALLOONS  
  BALLON  
  RT 90  
  BK 40  
  RT 90 FD 40 LT 90  
  BALLOON  
  END
```

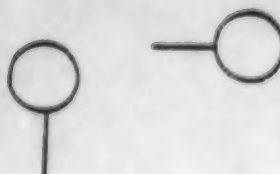
Production 1 points to a static representation of the procedure BALLOON and a total identification with drawing. The figure is made up of two balloons separated by a line, and a line is given by FD without regard to turtle-orientation. It results in the figure



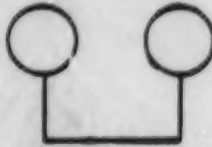
Production 2 is based on the assumption that BALLOON is state-transparent, i.e. with the same initial and final turtle states. It therefore is based on partially correct representation of the procedure. It results in



Production 3 indicates awareness of the initial and final turtle positions in BALLOON, but the assumption that the turtle had heading 0 as its final heading. It results in



Production 4 indicates complete representation of the production of BALLOON and results in the correct figure



What we have seen in our research is that children's spontaneous conception of a procedure is almost always that of a specific screen figure. Even after several years of LOGO experience, children seldom felt the need to examine their procedures prior to using them as subprocedures. Thus, almost every session ended up, essentially, as a debugging of interface caused by incorrect representation of a procedure. Of course, this is not so evident if children work in directmode because the actual turtle-states is obvious from the screen. One consequence of this is that children felt it "safer" not to use subprocedures because interface bugs were more difficult to deal with than bugs which incurred using the LOGO primitives (the "control" question, again). They often had to be prodded by the researchers to use subprocedures rather than write very lengthy programs.

Bibliography

- Hillel, J. & Samurçay, R. (1985). Analysis of a LOGO environment for learning the concept of procedures with variable. Research Report, Concordia University, Montreal, Canada.
- Mendelsohn, P. (1985). L'analyse psychologique des activités de programmation chez l'enfant de CM1 et CM2, Enfance, No 2-3
- Vurpillot, E. (1972). The Visual World of the Child, International Universities Press, N.Y.

**Images et Représentation:
pour une théorie de
l'apprentissage par les
médias**

par Geneviève Jacquinot
Département des Sciences de l'Éducation
Université de Paris VIII, FRANCE

Séminaire sur la Représentation
27 mars 1987 - n^o, 18

Note: La publication de ce séminaire est rendue
possible grâce à une subvention du fonds FCAR.

PREAMBULE

Je voudrais remercier le CIRADE et particulièrement sa directrice Nadine Bednarz de m'avoir invitée à passer cette semaine à Montréal:

- parce que cela me permet de retrouver le Québec, ce qui est toujours un plaisir pour moi,
- parce que cela m'a permis de découvrir le CIRADE et les activités de recherche qui y sont menées: je dois dire que je me suis sentie en écho très direct (en écho fertile) avec les préoccupations des chercheurs que j'y ai rencontrés.

Comme eux, je m'intéresse aux processus cognitifs et affectifs mis en branle dans la construction et l'appropriation des connaissances.

Comme eux, je pense que le concept de représentation (je vais y revenir) est au centre de toute théorie de l'apprentissage.

Comme eux, je tente d'articuler une démarche praxéologique - pour une amélioration des pratiques scolaires et plus généralement éducatives - et une démarche de connaissance.

Mais, en même temps, je m'en distingue au moins sur deux grands points:

- l'un épistémologique et méthodologique: ma démarche est heuristique et non expérimentaliste. Je me situe dans la tradition européenne des recherches sémiologiques dont l'instrument d'analyse privilégié est l'analyse textuelle des énoncés.
- l'autre tient à mon objet d'étude privilégié: je travaille prioritairement sur un type de représentation "externe" (pour reprendre la terminologie du CIRADE), en particulier les images "filmiques", c'est-à-dire cinématographiques ou télévisuelles.

Après avoir délimité le champ du concept de représentation et rappelé ce que nous savons de l'image matérielle, nous montrerons la nécessité d'une théorie de l'apprentissage qui ne prenne pas appui sur la seule médiation verbale, les postulats qu'elle implique et nous tenterons de situer quelques-uns des secteurs de recherche ouverts par cette réflexion sur le rôle des médias dans l'éducation.

I- REPRESENTATION

1. Représentation: on appelle représentation toute forme de l'activité humaine qui consiste à produire des symboles ayant pour caractéristique de tenir lieu d'autres entités:

- ou bien des objets matériels tenant lieu d'autres objets: sculptures, maquettes,
- ou bien l'organisation matérielle de nature symbolique en 2 ou 3 dimensions: schémas, diagrammes, images photo, TV, de synthèse,
- ou bien des produits cognitifs: des représentations de nature non matérielle mais psychologique, reflétant ce que l'individu a retenu de son interaction avec l'environnement.

C'est là que je dirai que la représentation prend place dans un large spectre qui va de la perception à un extrême (image mentale) aux syst. soc culturels et à l'idéologie, l'autre extrême (JACQUINOT, 1983).

Perception: tout élément du vécu cognitif sera appelé représentation parce qu'il semble exister en dernière analyse aucun critère de classification permettant de départager le "présenté" du "représenté", le "donné" du "construit" dans l'expérience cognitive.

Iidéologie: il y a quinze ans, l'idéologie était définie comme système de représentation ou façon dont les individus se représentent les rapports sociaux (Althusser, Poulantzas); ce n'est que plus récemment que le concept de représentation se rattache au procès de la cognition lui-même (Moscovici).

2. Il n'est peut-être pas inutile de souligner ici que les raisons - du moins raisonnantes - pour lesquelles on a eu recours à la notion de représentation sont doubles:

- parce que le schéma du type stimulus-réponse est apparu trop simple pour expliquer certains comportements aussi bien en psychologie qu'en psychosociologie, souvent par référence à des pratiques sociales contextualisées, situation de formation par exemple, analyse des effets des médias...

Cf. Denise JODELET (1984): "En psychologie, le modèle dominant behaviouriste a constitué un obstacle majeur au développement des recherches sur les représentations qui sont un moyen de réintroduire le social, l'activité du sujet, l'histoire dans le laboratoire".

- le recours au concept de représentation est souvent né de la constitution d'un décalage (appelé, selon les cas, obstacle, dysfonctionnement, résistance).
- soit dans des situations de formation ou de vulgarisation scientifique lorsqu'il s'agit de "faire comprendre", "transmettre des connaissances", c'est-à-dire dans des situations prescriptives: on appelle alors représentation, les connaissances préalables et les savoirs acquis en dehors de la science, "savoir spontané" ou "savoir naturel".
- soit dans des situations de communication rendues difficiles par la présence d'éléments implicites attribuables à des "représentations tacites": résistances de type cognitif, affectif, rapports de pouvoir de type institutionnel ou social.

3. Donc dans le sens 3 (non pas de Représentation d'objets matériels, non pas de Représentation comme organisation symbolique matérielle en 2 ou 3 dimensions) mais dans le sens "produits cognitifs", le statut de cet outil conceptuel qu'est la Représentation est très fluctuant.

Sans entrer dans les débats d'école et pour tenter de systématiser un peu le statut de cet outil conceptuel au sens 3 à travers les diverses utilisations qui en sont faites, je dirai que la Représentation peut être considérée:

- comme variable intermédiaire en psychologie et psychosociologie (laboratoire), ex.: influence des représentations sur les comportements perceptifs.
- comme variable déterminante des comportements sociaux, construction, opération résultante d'une dynamique sociale.
Ex.: rôles sociaux de la femme, de l'enfant, des biens de société comme la culture, la santé, la maladie mentale.
- comme variable déterminante des formes de savoir courant versus savoir savant, Cf. ce dont s'occupe de plus en plus les didacticiens des disciplines.
- comme forme empirique du concept d'idéologie.

On le voit que la représentation dans ce sens 3 comprend l'image mentale mais ne s'y réduit pas.

Personnellement, j'emploie le terme de Représentations dans les sens 2 et 3, c'est-à-dire en ne posant la question de savoir:

comment les images filmiques, organisations matérielles de nature symbolique en 2 dimensions peuvent acquies les Représentations, produits cognitifs, dans la situation prescriptive particulière qu'est la situation didactique. "Faire oeuvre didactique c'est

réfléchir aux situations qui permettent soit de conforter une conception, soit au contraire de la mettre en défaut et de conduire, ainsi, à une autre conception" (VERGNAUD, 1983).

II- IMAGE

1. L'IMAGE est considérée ici:

- comme forme singulière de la Représentation, comme modalité de Représentation qui conserve l'information perceptive sous une forme qui possède une ressemblance structurale avec les percepts.

Elle peut être:

- soit mentale, cf. les travaux de M. DENIS (1979) dont l'objet d'étude est le "traitement du langage" et plus récemment "l'espace".
- soit matérielle, elle ne possède pas les propriétés de l'objet représenté mais seulement quelques conditions de la perception.

• En ce qui concerne l'image mentale, je crois que ce qu'il est important de rappeler, c'est qu'elle n'est plus considérée seulement comme un prolongement de l'activité perceptive mais comme un mode de Représentation symbolique servant des fonctions spécifiques distinctes de celles qui sont prises en charge par le langage.
(cf. mouvement récent de la psychologie qui s'oppose au behaviorisme triomphant).

• Ce nouveau statut accordé à l'image mentale (Représentation symbolique) a rejailli sur l'image matérielle dont on admet maintenant qu'elle n'est pas plus accessible ni plus concrète que le langage mais qu'elle en est un complément spécifique par ses propriétés structurales mêmes: "elle marque l'organisation d'un état d'une manière globale et synthétique" (F. BREGSON, 1981).

• Qu'elles soient obtenues chimiquement (photo-cinéma), électroniquement (TV Vidéo) ou à l'aide de l'informatique (images de synthèse), les images en ce qu'elles représentent sont une façon de voir et de dire, de créer le réel.

2. Que savons-nous donc de l'image qui devrait nous guider dans son utilisation à des fins pédagogiques?

François BRESSON (1981) rappelle que, comme dans le cas de la compréhension de la parole ou de l'écrit, trois classes d'opérations doivent être effectuées pour parvenir à la compréhension de l'image:

- celles, internes, qui effectuent des mises en relation entre termes, l'équivalent du traitement syntaxique des énoncés;
- celles, externes, qui permettent les référenciations (figure référent à tel ou tel objet...)
- celles, enfin, qui ont trait aux contraintes du signifiant et de sa réalisation matérielle.

Rendant compte de recherches sur la lecture des images par de très jeunes enfants, il montre clairement que si la sensibilité à la similitude image-objet ne nécessite aucun apprentissage et constitue probablement un équipement fondamental de l'homme, en revanche, les autres niveaux d'opérations nécessaires pour parvenir à la compréhension de l'image s'acquièrent progressivement: "c'est que la capacité de répondre aux similarités figurales n'est qu'une condition nécessaire mais non suffisante de la capacité à lire des images".

On peut résumer ainsi les caractéristiques des représentations figurales (images dessinées, photographiques ou obtenues par d'autres procédés techniques) par rapport aux représentations de type discursif et les contraintes qui en découlent pour leur emploi:

a) l'image ne peut pas référer par elle-même, elle ne porte pas en elle-même, comme le langage, ses propres références. Le langage marque d'une façon explicite les opérations à effectuer pour rendre le sens. Ceci permet à celui qui connaît les règles d'effectuer, à son tour, les mêmes opérations. L'image, elle, n'impose pas d'opération au locuteur, ce qui laisse libre l'activité de lecture. L'image n'a rien qui corresponde aux "embrayeurs" de la langue, elle ne possède pas de marques d'énonciation qui manifestent les opérations de référence à exécuter, du moins selon les modalités qui sont celles de la langue. Elle n'a pas la possibilité de nier, d'interroger, d'exprimer le général ou le particulier. Elle n'impose pas d'ordre de lecture entre les différents éléments qu'elle présente: elle n'a pas de syntaxe, pas de problèmes d'agrammaticalité (du moins au sens où la langue l'entend).

b) En revanche, les représentations figurales présentent en un seul signifiant, une pluralité de relations, de type spatial généralement et elle peut faire comprendre certaines organisations relationnelles plus adéquatement que le discours. G. Th. GUILBAUD (1972) fait remarquer qu'il est impossible d'apprendre à tricoter, à tisser ou à faire des noeuds par téléphone, à moins d'être extrêmement compétent en mathématiques. On peut faire remarquer aussi qu'il est plus facile de faire un geste pour définir une spirale ou un escalier en colimaçon, ou encore que les grands joueurs d'échecs "imaginent" mais ne calculent pas... Tout ceci pour dire qu'il existe des raisonnements aussi complexes et élaborés que des raisonnements des

mathématiques et de la logique usuelle.

c) Les représentations figurales impliquent des choix dans les éléments à représenter en fonction d'objectifs et de la matière de l'expression et des contraintes liées au mode de représentation. On ne dessine pas le schéma de câblage d'un appareil électronique de la même façon selon que l'on s'adresse à un ingénieur, à un câbleur ou à un dépanneur. De la même façon, on ne gardera pas les mêmes traits de l'original selon que l'on choisira de représenter un bâtiment ou un objet sous la forme d'une maquette, d'un schéma, d'une photographie ou d'une séquence cinématographique ou télévisuelle.

Ainsi donc, les figures spatiales ne peuvent marquer que des états et non les opérations qui rendent compte de l'organisation de ces états. Elles n'en permettent pas moins des activités de pensée. Encore n'ai-je parlé ici que des caractéristiques différentielles de l'image par rapport au langage. Il conviendrait d'ajouter d'une part ce qu'un courant récent de sémiotique visuelle (élaborée par des plasticiens et non par des linguistes) tente de formaliser sur les processus syntagmatiques des signifiants proprement visuels (Fernande St-MARTIN, 1987); d'autre part ce que des travaux de recherche expérimentaux sur les processus cognitifs mis en oeuvre lors de la lecture d'images pourraient nous apprendre (GHIGLIONE, JACQUINOT, en cours)

3. Ainsi donc les images (fixes, seules ou en séquences ou animées... et chacune d'elles de façon spécifique) se construisent et se lient par un ensemble complexe de démarches où il n'est pas toujours facile de distinguer:

- la part de la perception
- la part de la schématisation rationnelle (les schémas d'intelligibilité)
- l'aptitude à produire du sens ou aptitude semio-génétique (TARDY, 1976) et donc ce qui vient des lois figurales qui gouvernent la vision mais aussi ce qui vient des significations acquises et permet de passer de la reconnaissance des formes à l'organisation d'un système.

Il n'y a rien de passif dans tout cela. Si l'on ajoute, comme la psychanalyse nous y invite, deux aspects de la réalité psychique que la psychologie sociale, et la psychologie cognitive ont souvent ignorés ou sous-estimés à savoir l'affectif et l'imaginaire, on entrevoit le statut particulier de l'image dans les processus représentationnels et la place qu'elle peut tenir dans les divers types d'apprentissage.

Ce qui a, au moins, deux conséquences massives:

- la lecture et la production d'images nécessitent et permettent l'acquisition de compétences spécifiques.
- les images peuvent être mises au service d'objectifs, voire d'idéologies pédagogiques opposées. Les images peuvent, sous certaines conditions être utilisées pour signifier un message précis: images pour faciliter la lecture d'un texte, images illustrant les mots d'un dictionnaire, affiches d'éducation sanitaire et sociale (JACQUINOT, 1986), dessins humoristiques (ceux de KONG par TARDY, 1976). Dans ce cas, les images cherchent à "coller" aux mots, elles sont proches des modalités du mécanisme discursif et cherchent à déclencher des processus identiques à l'émission et à la réception. Mais elles peuvent aussi servir de révélateur à des représentations latentes (C. BELISLE, 1979) et être mises au service des jeux de l'imagination...

III- POUR UNE THEORIE DE L'APPRENTISSAGE PAR LES MEDIAS

1. Cette modalité spécifique de représentation, je l'étudie non pas dans n'importe quelle situation de communication humaine, mais dans ce type particulier de communication qu'est la communication pédagogique. Plus précisément (et c'est là encore que mes préoccupations rejoignent directement celles du CIRADE) dans le vaste champ des problèmes posés par la technologie de l'éducation, je m'intéresse plus spécifiquement au rôle des médias dans l'apprentissage servant la perspective constructiviste (piagétienne) et je dirai même socio-cognitiviste (PERRET-CLERMONT, 1979). C'est à dire aux mécanismes d'appropriation du réel, de leur rôle, de leur fonction dans l'acquisition des connaissances.

Position militante: je suis pour une théorie de l'apprentissage par les médias, les médias audio-visuels (ceux sur lesquels j'ai travaillé en premier, notamment cinéma et TV) mais aussi les médias informatiques et ceux qui se développent à la rencontre des deux.

Cette théorie reste à élaborer pour sortir du décalage actuel qui existe entre technologie et pédagogie, pour éviter le double écueil des usages réducteurs (les possibilités éducatives originales des technologies sont occultées) et des discours amplifiants (les possibilités sont postulées comme allant de soi) et contribuer à l'élaboration des conditions méthodologiques permettant d'actualiser ces potentialités des médias.

2. De la nécessité d'une théorie de l'apprentissage qui ne prenne pas appui sur la seule médiation verbale. Pourquoi?

2.1 F. BRESSON, spécialiste français de l'étude des processus cognitifs et du langage, aime à citer l'exemple des canuts lyonnais qui savaient passer du dessin d'une soierie, au dessin d'une autre en composant leurs liasses sans hésiter, ce qui témoigne d'une capacité opératoire extrêmement élevée (et d'ajouter qu'ils n'auraient pas pu réussir nos tests ou épreuves scolaires qui jalonnent les échelles de mesure des capacités opératoires).

2.2 De la même façon, nombre d'études interculturelles, pour peu qu'on accepte d'adapter les instruments de mesure et les batteries de tests ont permis de mettre en évidence des apprentissages de type opératoire dans des contextes d'éducation non formelle ne recourant pas à la verbalisation:

- influence du métier de potier (2 villages mexicains) sur la maîtrise du concept de conservation.
- effet de la culture du riz sur des tests d'estimation des quantités (Kpellé de Liberia).
- influence du métier de tailleur (vaf et gola du quartier commercial de Monrovia) sur les capacités mathématiques...

2.3 Dans notre propre culture occidentale, nous trouvons des activités qui résistent au langage naturel (forme supérieure de l'activité symbolique). Le mathématicien Guilhaud fait remarquer qu'il est impossible d'apprendre à tricoter, tisser, faire des noeuds par téléphone à moins d'être fort en mathématiques, que des grands joueurs d'échecs imaginent mais ne calculent pas... qu'il est difficile de définir une spirale ou un escalier en colimaçon sans geste et, il existe donc des raisonnements figuraux et les opérations de pensée peuvent procéder ou non par langage verbal.

2.4 Toutes les théories de l'apprentissage ont été élaborées dans un contexte où l'apprentissage passe par la médiation verbale.

La théorie dite de "l'apprentissage social" (BANDURA, 1980) s'oppose aux théories du développement qui posent le changement cognitif comme uniquement un produit de l'expérience directe: elle rend possible l'apprentissage par l'observation... Bien que Bandura n'aborde pas le problème particulier de l'apprentissage par les médias, il dit, je le cite: "les théories du développement humain qui ont été formulées avant les avancées révolutionnaires dans la technologie des communications présentent un compte rendu inadéquat des déterminants du développement cognitif, dans les conditions contemporaines d'existence".

2.5 Qu'on le veuille ou non, des gens apprennent des médias il est urgent de savoir comment ils apprennent et comment ils pourraient apprendre mieux (COMMUNICATIONS, no 33, 1981).

3. Les postulats d'une telle théorie présupposent:

3.1 Que le but de l'action didactique n'est pas prioritairement et, en tout cas, pas exclusivement la transmission d'informations ou de connaissances mais le modelage des systèmes de Représentation.

3.2 Que les médias ne sont pas seulement des véhicules d'informations ou de connaissances, des "tuyaux" mais bien des systèmes de représentation impliquant des mécanismes d'intellection du réel et de construction du savoir. A la transmission de l'information, s'oppose le traitement de l'information par des processus symboliques et logiques antérieurs.

3.3 Que si les systèmes d'instruction convergent au plan des connaissances acquises, ils divergent au plan des savoir-faire développés (cf. W. SCHFAMM, 1977, OLSON et BRUNER, 1973).

3.4 Que si l'on veut étudier le rôle des médias dans l'apprentissage, il ne faut pas étudier les médias indépendamment des apprentissages et inversement les apprentissages indépendamment des médias. Ce qui s'oppose aux taxonomies des médias sans référence à une théorie de l'apprentissage...

Il y a là un renouveau épistémologique dans l'étude des médias en éducation qui ne sont pas seulement une fenêtre ouverte sur le monde, mais une nouvelle façon de penser le monde (SALOMON, 1981).

La question posée est celle du rôle des processus logiques et symboliques propres aux technologies dans le développement des fonctions cognitives.

Comment accroître les compétences

- de REPRESENTATION (substitut symbolique)
- de RAISONNEMENT (mises en relation et inférences)
- de COMMUNICATION (interactions sociales)

dont dépendent en grande partie les apprentissages scolaires et les autres aussi?

Pour tenter de répondre à ces questions, il ne faut pas intégrer les technologies en éducation dans des schémas antérieurs sans chercher à réélaborer des schémas éducatifs autrement différenciés, autorisant d'autres façons d'apprendre (MOTTET, 1987).

IV- LES NOUVELLES MODALITES DU TRIANGLE DIDACTIQUE

Les technologies de l'éducation (audio-visuelles ou informatiques) assument en réalité plusieurs fonctions différentes par rapport au "triangle didactique" traditionnel (CHEVALLARD) maître-savoir-élève. Elles peuvent donc être étudiées de trois points de vue différents comme l'a montré Jean MOTTET.

4.1 Du point de vue du savoir ou de la transposition didactique. Il s'agit de la traduction des savoirs et des savoir-faire constitués dans les langages et les logiques propres aux supports utilisés. C'est un vaste champ de recherche encore peu exploré. Il implique l'étude du "textuel" filmique ou informatique, de l'énoncé didactique, du matériau donné en pâture à l'élève, ce qui remplace la parole du maître dans la relation au savoir qu'il présente. C'est ce que nous avons tenté à partir de l'analyse d'un corpus d'émissions de télévision et de films à intention didactique (JACQUINOT, 1977) et que nous tentons de formaliser par la notion de didactisme filmique (JACQUINOT, 1986).

4.2 Du point de vue du maître ou du transfert pédagogique. Il s'agit de la prise en charge par le système technique du savoir-enseigner, de la pédagogie proprement dite, de la médiation humaine: ce qui remplace la parole ou l'attitude du maître dans sa relation à l'élève.

Dans le cas de l'audio-visuel classique, ce transfert avait rarement lieu puisque l'essentiel de la relation pédagogique se jouait dans l'avant (préparation) et l'après (l'exploitation) de l'émission. Ce transfert est déjà plus important (bien que souvent sommaire) dans les situations d'EAO permettant à la fois renforcement et évaluation. Mais c'est sans aucun doute avec les systèmes informatiques "intelligents" qu'on pourra susciter et contrôler les logiques d'apprentissage.

4.3 Du point de vue de l'appropriation par l'apprenant. Il s'agit de mettre en évidence comment les éléments symboliques et logiques des énoncés didactiques et le transfert pédagogique réalisé par le système permet à l'élève de s'approprier les savoirs et savoir-faire, ce qui implique l'étude des "effets" ou plus exactement des processus d'appropriation des informations transmises - par des recherches en laboratoire ou de terrain.

C'est SALOMON (1979-81) qui le premier, a inauguré ce type de recherches en montrant, expérimentalement, le rôle du "modelage symbolique" par les médias. Certains éléments symboliques utilisés par le cinéma et la télévision sont tels qu'au lieu d'exiger une opération mentale de la part du spectateur, il la réalise au moins en partie, à la place du spectateur (notion de supplantation): le "zoom" modèle ou supprime l'opération qui consiste à rapporter la partie

au tout et inversement; les déplacements de la caméra autour d'un objet supplantent le processus de coordination des points de vue...

Aussi dans la mesure où il supplante ouvertement ou stimule une opération intellectuelle que l'apprenant devrait appliquer mais ne maîtrise pas encore, un processus symbolique peut servir de modèle et être initié pour devenir une faculté intellectuelle. Mêlant études en laboratoire et sur le terrain (notamment en Israël et aux Etats-Unis), Salomon a démontré que le fait d'être exposé à des systèmes sémiotiques spécifiques de certains médias a une action directe sur la façon dont les enfants maîtrisent certaines aptitudes - sous certaines conditions cependant et en interaction avec l'âge, l'aptitude préalable du sujet, sa structure cognitive... etc.

Jean DONNAY (1981) a repris cette problématique pour mettre en évidence le rôle de la "supplantation télévisuelle" dans l'apprentissage de certaines structures linguistiques. Il établit une parenté entre les opérations cognitives complexes impliquées dans la compréhension et la production d'énoncés inversés (p avant q, q après p...) et la compréhension et la production du flashback. Des activités d'apprentissages spécifiques ont été mises sur pied et réalisées dans des conditions d'intervention réelle dans une classe de 21 élèves de 1ère année au Québec.

Le groupe expérimental montre des résultats significativement très supérieurs après l'ensemble de l'intervention dans l'augmentation de l'emploi des structures syntaxiques inversées.

D'autres chercheurs ont rassemblé des résultats du même ordre (GREENFIELD, 1984).

Ma modeste contribution en tant que chercheur se situe à l'heure actuelle, par rapport à ce vaste programme, au point 1, celui de la "transposition didactique".

Après avoir étudié des émissions de TV scolaire et des films à intention didactique, j'étudie en ce moment des films et des émissions dits de vulgarisation scientifique et plus généralement des documents audio-visuels "faits pour apprendre" à travers l'étude du textuel.

Mon premier travail d'inspiration sémiologique (linguistique) m'a permis de mettre en évidence l'absence de "transposition didactique" spécifique du média (cinéma ou télévision): le fait que le document audio-visuel éducatif reproduit le modèle de la transmission verbale.

La sémiologie traditionnelle s'est peu occupée de la cible de l'énonciation: elle tentait de repérer les systèmes de signes à l'oeuvre dans l'énoncé cinématographique et télévisuel pour comprendre comment le sens pouvait venir au film ou à l'émission, elle était tournée plus vers l'énoncé que vers l'énonciation.

Un courant récent dit "sémiio-pragmatique" (s'inspirant du courant de recherche en pragmatique linguistique) cherche à se placer délibérément dans l'espace de la réception, dans la perspective du spectateur, en essayant de mettre en évidence dans l'énoncé, les traces d'un positionnement du spectateur: non pas le spectateur réel en chair et en os (le spectateur de Romorantin dont aime à parler Christian Metz) mais le spectateur idéal, un spectateur imaginaire, le spectateur énonciatif, ce qui définit une STRATEGIE TEXTUELLE. La méthodologie utilisée reste une analyse textuelle mais dont l'objectif est de repérer les traces dans l'énoncé de la posture supposée, souhaitée, du spectateur réel (JACQUINOT, à paraître). Mais si l'on veut aller plus loin, si l'on veut savoir comment les spectateurs réels réagissent, travaillent à partir de cet énoncé non amorphe, alors il faut se livrer à des études psycho-sociologiques, ce que Eric FOUQUIER et Eusée VERON (1985) appellent le travail de "sémiologue de terrain"; ou bien, dans une perspective plus cognitiviste étudier, avec des expérimentalistes (ce que je commence à faire) quelles opérations cognitives sont mobilisées par quelles structures textuelles et quelles stratégies énonciatives. Mise à part la difficulté pour un sémiologue de rencontrer un expérimentaliste - et l'on comprend mieux, ce faisant, la raison de l'irréductible opposition entre la tendance heuristique européenne et la tendance expérimentaliste américaine - Je ne peux rien en dire pour l'instant. Peut-être serait-ce l'occasion d'une nouvelle rencontre.

REFERENCES

- BANDURA, Albert (1980). L'apprentissage social. Collection Psychologie et Sciences Humaines, Ed. MARDAGA, Bruxelles.
- BRESSON, François (1981). "Compétence iconique, compétence linguistique", in COMMUNICATIONS, Apprendre des médias (sous la responsabilité de G. JACQUINOT, Le Seuil, no 33.
- DENIS, Michel (1979). Les images mentales. Col. Le psychologue, PUF.
- DONNAY, Jean (1981). "Supplantation télévisuelle en communication orale", thèse soutenue à l'Université de Liège, 2 vol.
- FOUQUIER, Eric et VERON, Elisto (1985). Les spectacles scientifiques télévisés. Figure de la production et de la réception. Paris, La Documentation française.
- GHIGLIONE, Rodolphe, avec la participation de BLANCHET, BROMBERG, JACQUINOT. "Texte et image: co-construction référentielle et validations interlocutoires" (action de recherche du CNRS en cours).
- GRENNFIELD, Patricia (1984). Mind and Media, the effects of TV Video Games and Computers. Harvard University Press, Cambridge Massachusetts.
- JACQUINOT, Geneviève (1977). Image et pédagogie, analyse sémiologique du film à intention didactique, Col. SUP, l'Éducateur, PUF.
- JACQUINOT, Geneviève (1983). "Synthèse des échanges de Lyon", 2e partie de la table ronde sur les représentations, Département des communications, UQAM.
- JACQUINOT, Geneviève (1986). Sémiologie et didaxie, contribution à l'étude de la transmission des savoirs et des idées par l'image et le son. Thèse d'Etat (sur travaux), Université de Bordeaux III.
- JODELET, Denise (1984). "Réflexions sur le traitement de la notion de représentation sociale en psychologie sociale", in COMMUNICATION-INFORMATION, Laval, Vol. VI, no 2-3.
- MOTTET, Jean (1987). Programme de recherche soumis au comité scientifique de l'Institut National de Recherche Pédagogique, Paris.

- OLSON, Dr et BRUNER, J-S. "Learning through Experiences and learning through Media", traduction empruntée à la revue PERSPECTIVES 1, vol. III, Paris, Unesco.
- PERRET-CLERMONT (1979). La construction de l'intelligence dans l'inter-action sociale, Bern, Francfort, P. Lang.
- SALOMON, Gabriel (1979). Interaction of media, Cognition, Learning, Sans Francisco, Jossey-Ban.
- SALOMON, Gabriel (1981). La fonction crée l'organe, in COMMUNICATIONS, Le Seuil, no 33.
- SAINT-MARTIN, Fernande (1987). Sémiologie du langage visuel, Presses de l'Université du Québec.
- SCHRAMM, Wilber (1977). Big media, Little media, Beverly Hills, London, Sage publications.
- TARDY, Michel (1976). Iconologie et sémiogénèse, Thèse d'Etat, Université de Strasbourg, 2 vol.
- VERGNAUD, Gérard (1983). "Comprendre les hommes, construire les modèles", intervention présentée au Congrès de la Société Française de psychologie, Paris, mai 1983, reproduit dans Sciences anthropo-sociales et sciences de l'éducation, Actes du Colloque national, Association des Enseignants et chercheurs en Sciences de l'Education, 2 vol.

**Les aspects procéduraux et
temporels sous-jacents à la
représentation des transformations**

**par Catherine Girardon et
Claude Janvier**

CIRADE

Université du Québec à Montréal

**Séminaire sur la Représentation
23 janvier 1987 - n^o 19**

Note: La publication de ce séminaire est rendue
possible grâce à une subvention du fonds FCAR.

PLAN DE L'ARTICLE

RÉSUMÉ	3
• Une définition	3
• Une classification	4
• Transformation et conception	4
• Une question difficile	5
• Objectifs de l'expérimentation	5
diagramme original	
• Interrogations	7
• Cadre expérimental	7
• Méthodologie proprement dite	9
• Sujets et cadre physique	11
• Description et agencement des deux épreuves	12
première activité	13
deuxième épreuve	13
diagramme de la mitose	
déroulement de la seconde épreuve	15
• Cadre d'analyse des résultats	17
• Quelques observations sur la première activité	19
• L'interprétation du diagramme de la mitose	22
histoire du chromosome	22
les phases avec étiquettes	23
choix du type de flèches	26
choix de la position du texte écrit	28
diagramme idéal	31
• Commentaires	31
• Quelques questions en suspens	32
BIBLIOGRAPHIE	

Les aspects procéduraux et temporels sous-jacents

À la représentation des transformations

L'idée de transformation traduit le processus par lequel une entité subit un changement en passant d'un état initial à un état final. Tout au long de cet article nous considérons les transformations comme des représentations internes (conceptions) évoquées par les flèches utilisées dans plusieurs diagrammes. Nous faisons une distinction entre une façon temporelle et une façon procédurale de concevoir ces phénomènes de transformation. Les stratégies de résolution de problèmes requièrent, à notre avis, une utilisation assez souple de l'une ou l'autre de ces conceptions. La question centrale de notre recherche est de voir si un certain type d'enseignement des mathématiques ne vient pas contrecarrer l'habilité à utiliser de façon flexible ces deux formes de conceptions.

Une définition

Une transformation se définit comme un processus par lequel une entité change de forme. Nous pouvons relever plusieurs types de transformations.

- Par exemple, un objet peut devenir un autre objet: a) un carré peut être étiré pour former un rectangle, b) le nombre 4 peut subir une extraction de racine carrée et devenir le nombre 2, c) un 4 élevé à la puissance deux devient un 16.
- Un objet unique peut être changé en plusieurs objets: d) une miche de pain peut être coupée en deux morceaux, e) une molécule peut être subdivisée en ses composantes.
- Quelques entités peuvent aussi être réorganisées en plusieurs autres.

Tous ces objets que nous venons de mentionner appartiennent à des niveaux d'abstraction différents. Pourtant ils peuvent tous subir ce que l'on appelle un changement de forme qui les fait passer d'un état initial à un état final. C'est cette caractéristique précise qui nous fait dire qu'il y a eu transformation de l'objet.

Symboliquement les transformations sont le plus souvent représentées par une flèche joignant l'état initial de l'objet à son état final.

On représente ainsi la transformation:

a) carré $\longrightarrow$ rectangle

b) $4 \longrightarrow \sqrt{4} = 2$

c) $4 \longrightarrow 4^2 = 16$



Une classification

Nous avons relevé différents types de flèches dans des manuels de mathématiques et de sciences. Nous avons alors remarqué que ces flèches sont souvent utilisées pour signifier une durée, un laps de temps. Au lieu de dessiner une succession d'images comme dans les bandes dessinées, certains auteurs emploient une flèche entre deux scènes pour indiquer qu'il y a un déroulement dans le temps. Cette technique confère au diagramme un dynamisme implicite qui est lié essentiellement à la présence de la flèche située entre l'état ou la scène initiale et l'état final. Cet aspect dynamique de la flèche nous fait imaginer un scénario qui se rapproche davantage de celui d'une séquence de dessins animés. Parfois il est possible de penser que des états intermédiaires peuvent être insérés entre l'état initial et l'état final, comme si la transformation se faisait petit à petit. Alors que dans d'autres cas le changement semble se soudain que la flèche nous conduit directement à l'état final sans que nous puissions introduire de tels états intermédiaires.

Transformation et conception

Tout ceci nous amène à croire que l'utilisation des flèches (comme représentations externes) sert à évoquer des images mentales ou des idées souvent simples qui sont rattachées à tout un bagage d'expériences du domaine sensori-moteur (représentations internes).

Dans cette recherche, nous nous intéressons principalement à ces façons de penser utilisées et développées par les étudiants face à l'interprétation des flèches reliées à l'idée de transformation. Nous parlons alors de leurs "conceptions", de leurs "re-présentations" ou de leurs "façons de voir" la transformation. Aussi, nous employons souvent indistinctement les termes "transformation" et "conception" pour nous référer à ces images mentales.

La classification des flèches apparaissant dans divers diagrammes nous permet de penser que les transformations qu'elles suggèrent se rattachent à deux catégories principales. Nous distinguons ainsi une transformation dite "temporelle" lorsque des états intermédiaires nous permettent d'envisager un déroulement et des transformations plutôt "procédurales"

lorsque de tels états ne peuvent pas être introduits. Il y a sans doute aussi d'autres façons d'interpréter les transformations, mais nous avons choisi de nous concentrer sur ces deux-là. A cause de leur nature particulière, bien différente de celle des concepts, ces conceptions ne sont pas toujours faciles à cerner. Il nous faudra donc imaginer tout un cadre d'expérimentation nous permettant de les déceler sur le terrain même où elles se manifestent.

Une question difficile

Des travaux antérieurs se sont intéressés à cette idée de transformation, qui demeure une notion complexe. Janvier C. et Mary C. (en préparation) de même que Bednarz N., Janvier B. et Poirier L. (1983), ont montré que la description des phénomènes de transformation n'est pas une tâche facile. Pour les jeunes enfants, les transformations numériques où l'on ajoute ou retranche des objets par rapport à une situation initiale sont souvent confondues avec la situation finale du problème. Considérons le petit problème suivant:

"Tu as 5 bonbons dans ton tiroir de bureau. Pendant que tu es à l'école, ta maman ajoute quelques bonbons de plus. En revenant de l'école tu trouves 9 bonbons dans le tiroir. Combien de bonbons ta mère a-t-elle rajoutés ?"

A cette question, la plupart des enfants de cinq ou six ans répondraient qu'il y a eu 9 ou 14 bonbons de placés dans le tiroir, comme s'ils constataient uniquement la situation finale et non une action en train de s'effectuer.

En mathématique, l'idée de prendre le carré d'un certain nombre apporte un dilemme semblable. Même si l'expression algébrique x^2 représente une variable (une entité) qui change quand le "x" change, c'est aussi une formule (une procédure) qui nous indique comment le "x" est transformé en x^2 (en l'élevant au carré). Le x^2 véhicule deux significations et ce fait peut nous expliquer en partie la tendance que l'on a de confondre la procédure utilisée avec l'état final du nombre ainsi transformé.

Objectifs de l'expérimentation

Dans notre recherche nous avons voulu poursuivre plus à fond nos investigations par rapport aux flèches que nous retrouvons dans de nombreux diagrammes de mathématiques et de sciences pour mieux faire comprendre et apprendre ce qu'est une "transformation". Nous avons déjà participé à une entrevue exploratoire menée par Janvier C. et Mary C. (1985) à partir d'un diagramme de la mitose tiré d'un manuel de biologie. Cette entrevue nous avait mis sur la piste

des deux aspects principaux se dégageant de l'idée que les étudiants semblaient se faire de la transformation proposée. Une première façon de voir le phénomène faisait plutôt ressortir celui-ci comme un changement de forme qui se déroulait dans le temps, un peu comme un film. La seconde façon de percevoir la transformation insistait davantage sur les états comme étant des étapes qui se succédaient par coups suivant un ordre précis, tout en minimisant le passage inter-état.

Ces constatations nous ont servi de point de départ dans l'analyse des conceptions que nous croyons rattachées au phénomène de transformation. Il y a sans doute plusieurs façons d'interpréter les flèches qui représentent les transformations mais nous avons voulu nous limiter à celles qui semblaient le plus spontanées chez les étudiants interrogés. C'est pourquoi nous en avons retenu deux: la transformation que nous qualifions de "temporelle" et la transformation de type plutôt "procédural".

Diagramme original ayant servi de base à l'entrevue exploratoire.

Ce diagramme est tiré du manuel de biologie "Biologie Humaine" C.E.C. (1968)

FIG. 44. — Cycle morphologique et structural des chromosomes au cours de la mitose.



Interrogations

Voici quelques-unes des interrogations qui nous ont servi de repères au départ pour mieux préciser nos a priori.

Peut-on entrevoir l'existence d'une conception purement procédurale ou purement temporelle?

Une ou l'autre de ces conceptions existe-t-elle d'emblée, se suscite-t-elle plus facilement, est-elle plus spontanée, plus naturelle?

L'idée d'une transformation à caractère temporel ou à caractère procédural, est-elle plus facilement évoquée et développable par un type particulier de graphique ou diagramme?

Ces questions nous ont permis d'imaginer la partie pratique de cette recherche, c'est-à-dire la construction d'une activité précise que nous avons présentée aux étudiants pour mieux cerner chacun des deux types de conceptions que nous croyons rattachées à la flèche de transformation. Cette entreprise nous a vite imposé un cadre d'expérimentation bien particulier. En effet nous ne cherchions pas ici à enseigner quelque notion que ce soit à l'étudiant. Au contraire nous étions à l'affût de ses façons de voir la transformation, sans recourir à une forme quelconque d'apprentissage. Car nous croyons que les conceptions ne peuvent pas s'enseigner au même titre que les concepts. A l'inverse nous supposons plutôt qu'elles s'élaborent naturellement suivant les processus de pensée propres à l'étudiant. Elles sont du domaine des images mentales et en ce sens elles apparaissent et évoluent plutôt lors des stratégies que l'étudiant met en oeuvre pour comprendre et faire fonctionner une notion comme celle de transformation.

Cadre expérimental

Normalement dans une méthodologie pure, nous aurions dû recourir à un pré-test, mais à cause du caractère particulier des conceptions nous avons voulu écarter le danger d'un apprentissage même indirect. Il nous a fallu imaginer tout un contexte où au lieu d'enseigner ("inculquer"), il nous fallait réussir à susciter ("évoquer") ces images mentales sans les entacher par des interventions de type "enseignement".

Aussi pour toute la partie matérielle visuelle de l'expérimentation nous avons utilisé comme médium évocateur des diagrammes, figures ou schémas comportant un code pictural précis. Le code pictural prédominant que nous avons choisi d'accentuer, est celui de la "flèche" de transformation, droite ($\rightarrow$) ou légèrement courbée ($\curvearrowright$).

La flèche droite ($\rightarrow$) se retrouve beaucoup en mathématique pour traduire le concept important de fonction ($x \rightarrow f(x)$). Dans ce type de représentation d'une transformation, nous distinguons trois composantes (l'état initial "x", l'action traduite par la flèche " $\rightarrow$ " et l'état final). Souvent la description mathématique (algébrique) de l'état final contient à la fois tous les renseignements pertinents, c'est-à-dire la variable initiale et la loi de transformation (l'opération) qui agit sur cette même variable.

La flèche courbée ($\curvearrowright$) est utilisée pour traduire en plus l'idée d'un cycle de transformation et se retrouve dans plusieurs diagrammes de biologie, d'écologie, etc.

Au cours de l'expérimentation, l'objectif essentiel était de maintenir un maximum d'interactivité entre le matériel proposé et les réactions spontanées de l'étudiant. Mais il fallait éviter un fouillis de réponses, aussi nous avons apporté un soin particulier pour que les éléments visuels et les questionnements soient le plus simples et le plus directs possibles. Tout le matériel expérimental de même que son agencement devait nous permettre de trouver des éléments de réponse aux interrogations suivantes, toujours dans le but de préciser ce que sont les conceptions.

Dans l'interprétation d'un diagramme, quels sont les éléments sur lesquels nous insistons?

Quelles conceptions l'étudiant utilise-t-il à brûle-pourpoint lorsqu'on lui demande d'interpréter un diagramme précis présentant une transformation?

Le questionnement à l'intérieur de la tâche exige-t-il une progression d'un type de conception à un autre pour interpréter le phénomène global?

Un revirement est-il possible d'un type particulier de conception à un autre (procédural à temporel ou vice versa) au cours d'une même tâche? Ou lorsque l'on présente un diagramme différent?

Y a-t-il possibilité d'une confusion si l'on confronte les deux types de conceptions lors de l'interprétation d'un même diagramme?

Pour concilier tous ces aspects et concrétiser notre recherche, nous avons envisagé un agencement précis de deux tâches distinctes pour répondre à la question suivante:

"Une forte dose d'expérimentations de type procédural peut-elle finir par bloquer (mettre en veilleuse) le recours à des conceptions de type plutôt temporel?"

Cette question laisse sous-entendre que l'on suppose une présence de l'une ou l'autre des deux conceptions. Les étudiants peuvent interpréter les "flèches" présentées et nous dire ce qu'elles signifient pour eux. Cependant il faut mentionner que la conception dite de type

temporel nous semblait au départ comme plus élémentaire, alors que la conception de type procédural nous apparaissait de nature plus abstraite et peut être subséquente à la première...

Au cours de l'expérimentation, nous voulions aussi voir du même coup, comment évoluent ces conceptions et faire ressortir quel est leur dynamisme fondamental. Dans ce but, nous avons essayé de provoquer une confrontation entre ces deux façons d'entrevoir la transformation pour voir si une est plus primitive que l'autre, si elles peuvent évoluer parallèlement ou si l'une entraîne l'autre.

D'un point de vue didactique, comme on parle beaucoup d'interactivité au niveau des logiciels éducatifs, nous étions intéressés à mettre au point une activité permettant de voir à l'oeuvre les conceptions de l'étudiant sans recourir à une séquence d'enseignement. C'est donc en nous concentrant sur la spécificité des idées personnelles suscitées chez l'étudiant face au dessin (externe) de la flèche de transformation que nous avons cherché à mieux distinguer les caractéristiques des conceptions (internes) rattachées au phénomène de transformation.

Méthodologie proprement dite

Comment saisir sur le vif une conception? Tel est l'enjeu de l'expérimentation que nous avons voulu tenter pour concrétiser notre interrogation au sujet des conceptions. Les conceptions ne semblent pas être de même nature que les concepts. Autrement dit ce ne sont pas des entités que l'on peut faire apprendre ou transmettre comme une notion précise. Elles se rattachent plutôt aux façons de penser personnelles utilisées par l'étudiant dans des activités diverses comme celles d'apprendre. Il est aussi difficile de les cataloguer car elles prennent forme dans le cadre d'une recherche, d'une interrogation et jamais de manière isolée. Elles se développent, s'agencent d'une façon implicite et on ne peut pas dire qu'à tel concept mathématique correspond telle ou telle conception car il peut en apparaître plusieurs. Ces conceptions ne semblent pas avoir un statut fixe qui nous permettrait de les déceler directement dans un questionnaire, par exemple. Nous pensons plutôt qu'elles se suscitent essentiellement lors d'une problématique et s'élaborent dans un cheminement stratégique simple mais toujours très dynamique et logique. Toute notre méthodologie a dû tenir compte de ce facteur déterminant.

Il ne sera pas question ici d'inculquer des notions, ni d'utiliser une vérification par pré-test et post-test. Notre idée est d'arriver plutôt à caractériser les comportements observables chez l'étudiant par rapport aux conceptions qui pourraient s'y manifester. L'expérimentation devra faire appel largement à la spontanéité de l'élève. C'est pourquoi nous avons voulu choisir minutieusement tout un contexte favorisant une démarche de la part de celui-ci. Nous lui

proposons une tâche simple à accomplir pour susciter une action et très rarement nous lui demanderons une réflexion (prise de conscience) sur cette action.

Comme nous voulons cerner la manifestation des conceptions primitives (au sens de premières) et non évaluer des connaissances apprises (concepts connus), nous cherchons à mettre le focus sur l'action précise de la pensée. D'où le désir d'utiliser une épreuve interactive qui permette vraiment à une conception de se développer et de se manifester sous nos yeux. Les façons de faire, de dire, les insinuations, les omissions seront plus importantes pour nous que l'exactitude des propos.

Nous ne posons pas de questions pour obtenir des réponses mais pour relancer ou préciser l'action. Tout le scénario et l'agencement des épreuves a été mis au point suivant cette idée. L'étudiant devient pour nous une sorte de témoin expérimental qui doit nous révéler sa façon de concevoir le phénomène de "transformation" proposé.

Les épreuves choisies sont avant tout visuelles. Il s'agit de diagrammes où l'on retrouve bien entendu la flèche ($\longrightarrow$) que nous utilisons habituellement pour véhiculer l'idée d'une transformation. Nous avons retenu deux types de diagrammes qui serviront de matériel évocateur lors des deux épreuves distinctes que nous avons proposées aux étudiants:

1. Une activité basée sur des circuits arithmétiques

Cette activité sera faite par la moitié des sujets pour nous permettre de vérifier certaines caractéristiques d'une conception pré-déterminée par nous. Entre autres nous voulons savoir s'il est possible de penser qu'une conception est reliée systématiquement à un type précis de diagramme. A priori nous croyons que ces circuits arithmétiques évoquent une conception de la transformation de nature plutôt procédurale.

2. Une épreuve basée sur le diagramme de la mitose

Cette partie de l'expérimentation est d'un tout autre ordre. Nous demandons aux participants d'interpréter un seul diagramme représentant le cycle de séparation d'un chromosome pendant la mitose. Il s'agit d'un diagramme original tiré d'un manuel de biologie. Ce diagramme est un prétexte pour nous permettre de recueillir des informations sur les façons d'interpréter la transformation qui est ici évoquée par des états successifs du chromosome. Aussi, nous ne pré-supposons pas ici la présence de telle ou telle conception. Nous sommes à l'affût et attendons tout simplement les réactions exprimées par l'étudiant. Il ne s'agit pas de

tester les connaissances de celui-ci, mais plutôt de tester certains détails du diagramme et de l'impact qu'ils peuvent avoir sur les conceptions utilisées par les sujets lors de l'interprétation demandée.

Sujets et cadre physique

Nous avons travaillé avec une vingtaine d'étudiants garçons et filles de niveau secondaire quatre. Ce sont des jeunes de quinze ou seize ans fréquentant une école secondaire de deuxième cycle, dans la banlieue de Montréal. Nous en avons choisi six plutôt forts en mathématiques (qui sont inscrits à une concentration maths-sciences), huit qui suivent le cours régulier et six présentant des difficultés ou des retards en cette matière (c'est-à-dire des doubleurs qui refont leurs mathématiques de secondaire trois).

Notre choix s'est fixé sur ce niveau de secondaire quatre parce que tous ces étudiants ont suivi et réussi un cours de biologie l'année précédente. Comme une des épreuves se basait sur l'interprétation d'un diagramme portant sur le phénomène de la "mitose", nous avons voulu ainsi nous assurer d'une uniformité de compréhension chez les candidats (surtout pour que le diagramme fasse appel à une notion déjà familière). De plus nous avons remarqué lors de la pré-expérimentation qu'à cet âge ils sont en général plus stables (et plus spontanés) qu'en secondaire trois et non préoccupés par les examens du ministère comme ceux de secondaire cinq.

Nous avons présenté l'expérimentation comme un projet de recherche visant à améliorer les diagrammes qui sont utilisés dans les manuels scolaires pour mieux faire comprendre certaines notions aux étudiants. Nous avons bien précisé qu'il s'agissait pour nous d'observer ces diagrammes en analysant ce qu'ils signifient aux yeux des jeunes qui les utilisent pour comprendre des notions et les apprendre. Nous avons insisté sur le fait que nous cherchions à évaluer les diagrammes et non les connaissances des étudiants. Aussi, nous avons sollicité leur collaboration de façon très ouverte, sans jamais les soumettre à aucune forme d'apprentissage de type scolaire. Nous leur demandions plutôt de nous apporter des éléments de critique ou d'exprimer le plus clairement possible leur façon de voir les diagrammes proposés.

Pour répondre aux objectifs de l'expérimentation nous avons subdivisé nos vingt sujets en deux sous-groupes de dix étudiants. Dans chacun de ces sous-groupes, nous avons respecté la proportion (3) forts, (4) moyens et (3) faibles.

Le premier groupe (A) est notre groupe expérimental. Lui seul sera soumis à l'activité des circuits arithmétiques. Nous les rencontrons individuellement à raison de quatre séances de

vingt minutes échelonnées sur un mois. Ces dix étudiants auront à compléter une série de sept circuits arithmétiques. Les calculs peuvent être faits à l'aide de la calculatrice si désiré. Nous conservons chacun des diagrammes ainsi complétés de même que certaines observations notées sur le fait. Cette activité étant simple et très directe, le travail écrit de l'étudiant nous fournira les renseignements recherchés.

Le second groupe (B) qui passera seulement l'épreuve finale est notre groupe témoin. Chacun des sujets de ce groupe ne sera donc rencontré qu'une seule fois.

La seconde épreuve, celle du diagramme de la mitose, constitue le noyau important de notre expérimentation. Elle s'adressera à nos vingt sujets, pris individuellement. L'interprétation de ce diagramme dure une trentaine de minutes. Nous avons pris une journée pour les dix entrevues du groupe (A) et le lendemain nous avons fait passer cette même épreuve au groupe (B). Nous avons enregistré sur bande vidéo toute cette partie de l'expérimentation. Ces documents audio-visuels nous ont ensuite permis de construire des tableaux de résultats pour associer notre analyse.

Toute l'expérimentation se fait dans un même local et est vécue dans un cadre hors scolaire afin que l'étudiant se sente le plus possible à l'aise.

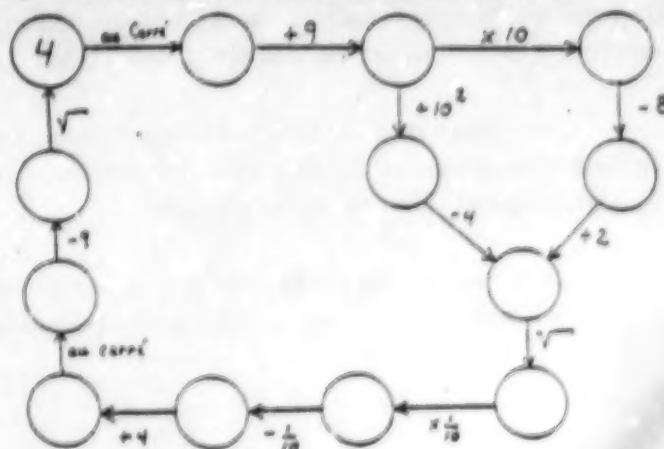
Description et agencement des deux épreuves

Notre objectif principal est de mieux cerner la manifestation des conceptions rattachées au phénomène de transformation et d'arriver à caractériser davantage ces conceptions. Si possible, grâce à l'agencement des deux épreuves nous voulons aussi réussir à les confronter.

Le choix des diagrammes retenus pour cette expérimentation est orienté sur les deux aspects des transformations (temporel ou procédural) que nous voulons faire ressortir ici.

Un premier type sera celui de circuit comportant des opérateurs arithmétiques.

Nous croyons que ce type de diagramme suggère une conception plutôt procédurale de la transformation.



Le deuxième et plus important sera celui de la mitose en biologie. Avec ce dernier diagramme nous essayerons de caractériser les manifestations des deux types de conceptions et si possible de voir si elles peuvent co-exister ou si l'une semble plus primitive que l'autre.



Première activité: les "circuits arithmétiques"

Nous proposons aux dix sujets du groupe expérimental (A) l'utilisation de plusieurs diagrammes qui sont des genres de circuits opératoires, dans lesquels un nombre initial se transforme successivement en suivant des flèches sur lesquelles sont indiqués les agents de transformations (opérateurs arithmétiques simples). Le modèle suivi est à peu près celui-ci:



Ce circuit revient vers un des résultats antérieurs permettant à l'étudiant de vérifier ses calculs. S'il n'y a pas concordance, ceci permet une auto-rectification sans intervention de l'interviewer. Au cours de cette tâche l'étudiant n'a qu'à compléter les résultats manquants dans les de même que certains opérateurs et finalement une section vide du circuit présenté. L'usage de la calculatrice est permis. Le modèle choisi est toujours le même, cette monotonie étant volontaire de notre part pour mieux rendre perceptible l'apport de l'étudiant (qu'est-ce qu'il ajoute? Quelles sont ses impressions? Que voit-il?)

Deuxième activité: le "diagramme de la mitose"

La deuxième tâche est bâtie autour de l'interprétation du diagramme de biologie représentant la séparation d'un chromosome au cours du phénomène de la mitose. Nous avons repris en gros le diagramme utilisé lors de la pré-expérimentation en y apportant cependant des modifications majeures: enlever le titre, grossir le diagramme, accentuer les centromères (petits noyaux), changer en terme d'action certains mots qui décrivaient plutôt un état (désprialisation accrue au lieu de chromatide désprialisée).

Ce diagramme 1 servira de base à toute la seconde épreuve.

Diagramme 1



Le déroulement de cette épreuve comporte sept étapes visant à faire ressortir des points précis des conceptions utilisées lors de l'interprétation d'un phénomène de transformation.

a) Mise en situation

Par un échange informel nous amenons l'étudiant à se rappeler ce que signifie le mot "mitose", car il a déjà étudié ce phénomène l'année précédente dans son cours de biologie. Nous précisons que le diagramme que nous allons lui proposer porte sur ce sujet et veut montrer ce qui arrive à un chromosome pendant la mitose.

b) Histoire avec les mots

Nous proposons le diagramme complet (diagramme 1) et après avoir lu et expliqué les mots qui y sont écrits nous demandons à l'étudiant de raconter l'histoire du chromosome d'après le diagramme. Nous voulons voir dans cette "histoire avec les mots" comment l'étudiant agence les éléments vus ou lus pour décrire la transformation.

c) Histoire sans les mots

Puis nous présentons le même diagramme mais en enlevant tout ce qui est texte écrit (diagramme 2). Nous demandons à l'étudiant de recommencer l'histoire dans ses mots à lui, en nous décrivant ce que fait le chromosome pendant la mitose. Ceci dans le but de voir si le sens de la transformation est modifié ou ressort davantage lorsque le diagramme est utilisé sans inscription (texte écrit).

Diagramme 2 (sans les mots)

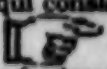


d) Les phases

Nous introduisons de nouvelles informations en donnant la définition précise de deux des périodes caractéristiques rattachées au cycle de la mitose. Ces définitions veulent avant tout décrire une action précise et non un état particulier. En lisant le texte, qui demeure sur la table de travail à côté du diagramme 2, nous insistons fortement sur le mot période. Voici les deux définitions:

METAPHASE: période pendant laquelle le chromosome se sépare en deux parties qui restent rattachées au centromère.

ANAPHASE: période pendant laquelle le centromère se dédouble pour permettre la formation de deux chromosomes.

Ces définitions sont introduites une à la fois et nous demandons à l'étudiant de nous indiquer où se situe chacune des périodes concernées sur le diagramme 2 (sans les mots) qui est toujours devant lui. La réponse attendue est une action qui consiste à coller des "étiquettes" (METAPHASE ou ANAPHASE) et des doigts indicateurs  sur les endroits jugés appropriés. L'étudiant peut ainsi concrétiser son idée plus facilement et plus clairement. Par cette action nous voulons savoir si celui-ci est porté à désigner la transformation (période) elle-même ou plutôt les états représentatifs de cette même transformation.

e) Flèche pointillée ou flèche pleine

Nous demandons à l'étudiant de choisir une de ces deux variantes du diagramme de base, selon sa préférence. Nous voulons vérifier si un changement pictural dans le dessin de la flèche influence l'interprétation de la transformation. Flèche pleine (—> diagramme 2) par rapport à pointillée (---> diagramme 3)



h) Description placée sur la flèche

La place de l'écrit le long de la flèche elle-même → que nous proposons dans le diagramme 4, au lieu d'à côté de l'état comme dans le diagramme 1, peut-elle permettre de dégager davantage un sens de la transformation moins lié aux états. Par ce nouveau choix nous voulons mieux faire ressortir s'il y a lieu, les caractéristiques de la conception de transformation utilisée par l'étudiant depuis le début de l'épreuve.



i) Le diagramme idéal

Existe-t-il un diagramme idéal de la mitose? Peut-on en composer un qui combinerait toutes les qualités des versions proposées? Cette question vient clore l'entrevue en permettant à l'étudiant d'insister sur ses choix préalables et de mieux nous les expliciter.

Cette épreuve est entièrement filmée sur vidéo pour conserver les traces des gestes et des paroles utilisées.

Cadre d'analyse des résultats

Tout au long de l'expérimentation que nous avons échelonnée sur une période de deux mois, l'étudiant a été pour nous une sorte de témoin expérimental. Le dépistage des conceptions

que nous essayerons de faire dans notre analyse, consistera ici à associer une volonté, une intention à un geste, à une parole de l'étudiant. De la compilation de ces gestes et paroles suivant des critères posés a priori, surtout lors de la pré-expérimentation, nous tenterons de retracer et préciser les manifestations des conceptions qui nous intéressent plus particulièrement.

Dans ce cadre d'expérimentation, nous ne pouvons recourir à des outils statistiques très raffinés. Tout au mieux nous utilisons des présentations graphiques des résultats permettant principalement de faire ressortir un parallèle intéressant entre le groupe expérimental (A) et le groupe témoin (B) qui ont tous deux été soumis à la seconde épreuve portant sur l'interprétation du diagramme de la mitose, mais après une préparation différente. Ces résultats qui ne touchent qu'une vingtaine de sujets sont donc plutôt de type qualitatif. Il s'agit d'observations précises de paroles ou de gestes de l'étudiant, paroles ou gestes que nous croyons associés à une façon de voir la transformation représentée par le diagramme.

L'agencement des deux tâches proposées lors de l'expérimentation avait un but précis, celui d'évoquer ces conceptions afin que nous puissions les déceler et voir comment elles évoluent lors des processus de pensée. Par la première activité, basée sur des circuits arithmétiques, nous avons voulu le plus possible amener l'étudiant à associer la transformation avec la flèche elle-même plutôt que simplement comme un résultat final. Pour cette raison la "procédure" (opération) était toujours inscrite sur la flèche joignant les états.

Le déroulement de la seconde épreuve suit aussi le même scénario. Il y a une progression du diagramme 1 au diagramme 4 où l'on a encore une fois inscrit carrément les transformations (actions du chromosome) le long des flèches et non plus à côté des états, comme dans le diagramme original.

Nous avons choisi ce type d'analyse assez fine car nous pensons que cela nous permettra de découvrir des sujets plus représentatifs de certaines tendances. Les conceptions de la transformation ne sont pas uniformes chez tous. Si des variantes intéressantes apparaissent nous pourrions ainsi les percevoir plus facilement. Nos résultats se traduisent dans l'ensemble par une série d'observations.

Nous examinerons si possible la stabilité, la régression ou l'amélioration dans l'utilisation des conceptions en comparant chez les étudiants du groupe expérimental (A) les résultats de la première partie de l'expérimentation qui s'est échelonnée sur une période de quatre semaines avec ceux de la deuxième épreuve qui a eu lieu en une journée, une semaine plus tard. L'impact de ce genre d'entraînement provoqué par l'activité des circuits arithmétiques était voulu, aussi les deux épreuves devaient-elles être rapprochées dans le temps. Le groupe

témoin (B) qui passera en second l'épreuve du diagramme de la mitose, sera aussi analysé après le groupe (A).

Quelques observations sur la première activité

Au cours de cette activité qui s'est échelonnée sur un mois à raison de 4 rencontres de quinze à vingt minutes, l'étudiant n'avait qu'à faire des calculs, avec ou sans calculatrice, pour compléter les circuits arithmétiques proposés. Il y avait sept diagrammes accompagnés de questions simples posées par l'interviewer selon un cheminement pré-déterminé. Ces questions étaient toujours posées à la fin des entrevues lorsque le circuit avait été rempli par l'étudiant.

Nous distinguons trois séquences différentes dans cette activité. Nous examinerons les résultats dans cet ordre.

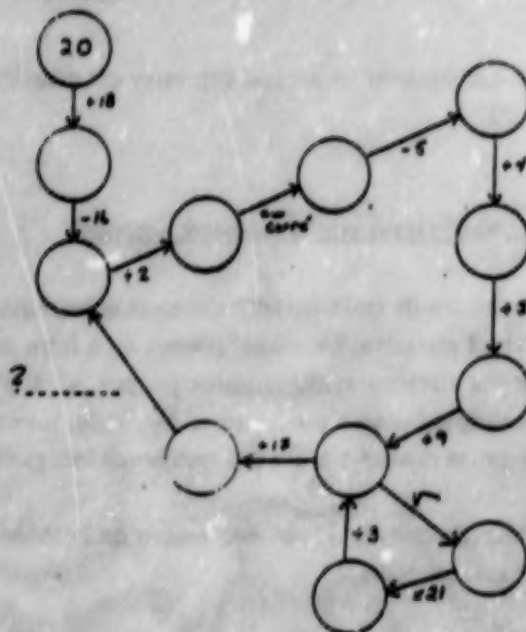
a) Titres à fournir

Les circuits 1-2-3-4 avaient pour but de faire percevoir visuellement la monotonie du pattern choisi et de renforcer l'idée d'une transformation à caractère procédural. Aucun titre n'était fourni et nous demandions justement aux étudiants d'en produire un pour chacun des diagrammes 2, 4 et 6.

La première impression que nous avons demandée en présentant le premier diagramme et les titres choisis ultérieurement pour les autres circuits demeurent dans la même ligne de pensée. On remarque que les titres parlent de procédures ou d'opérations, tout le temps chez 4 sujets sur 10, à l'occasion chez 2 d'entre-eux. La plupart de ceux qui ne parlent pas d'opération (4 sur 10) mentionnent qu'il s'agit de chemins, de flèches ou d'ordre à suivre. Deux ont une impression globale et parlent de roulette mathématique ou de labyrinthe. Personne ne mentionne qu'il pourrait s'agir d'une "transformation".

b) Procédure associée à une flèche

Dans le circuit 5, il fallait inscrire une opération sur la flèche joignant le nombre 66 au nombre 23. (Ces nombres ont été calculés avant que la question finale ne soit posée).



Les dix sujets indiquent qu'il faut "diviser par 3". A la question "existe-t-il une autre possibilité?"

2 sur 10 répondent non; 2 sur 10 oui, une autre (-44)

3 sur 10 oui, deux autres (-44 ou fois 1/3)

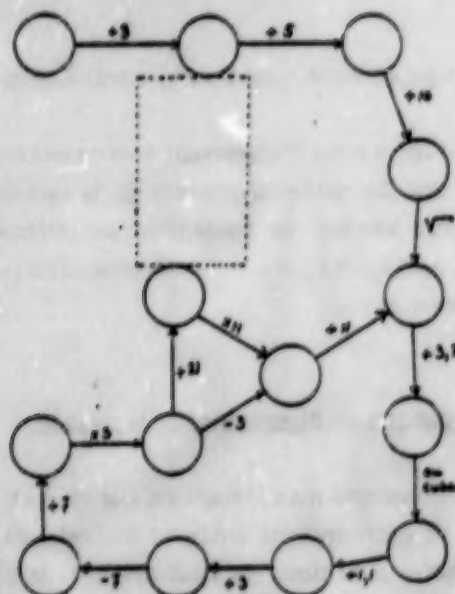
3 sur 10 oui, il y a plusieurs possibilités.

Un des étudiants demande si l'on pourrait éventuellement utiliser un "=" sur la flèche. Un autre mentionne que l'on pourrait aussi indiquer une chaîne de plusieurs opérations successives et non une opération unique.

c) Section à compléter

Dans le diagramme 7, l'étudiant devait dessiner tous les éléments manquant dans la section en pointillés.

Les renseignements suivants pouvaient apparaître comme réponse: flèche(s), nombres état(s) et opérations intermédiaires.



4 sujets sur 10 ne tracent qu'une seule flèche directe
5 sur 10 font apparaître plusieurs flèches et opérations intermédiaires avec des sous états correspondants

Dans le premier groupe 2 sur 4 oublient de placer une pointe à leur(s) flèche(s) et 2 sur 5 font de même dans le deuxième groupe.

En complétant ce circuit, les étudiants parlent beaucoup d'étapes, de cercles, de ronds. Ceci nous confirme que l'insistance est mise sur les nombres résultats qui correspondent aux états dans ce type de circuits. Seulement un des sujets parle spécifiquement de "flèche". Les opérateurs indiqués le long des flèches et les flèches elles-mêmes semblent accessoires. Tout au long de cette partie de l'activité, personne n'a encore mentionné le mot "transformation".

Discussion

Il ressort comme impression générale face à ces observations que les flèches sont interprétées dans un sens très précis. Elles sont des indicateurs d'une marche à suivre. Par ce "pattern" de circuits arithmétiques, nous avons voulu suggérer aux étudiants tous les éléments nécessaires pour effectuer la transformation d'un nombre, c'est-à-dire un nombre initial de départ et un opérateur arithmétique permettant d'obtenir un nombre résultat. Les opérations associées aux flèches se voulaient directes, sans aucune nécessité d'étapes intermédiaires, et semblent avoir été interprétées comme telles par neuf étudiants sur dix (voir les réponses fournies au diagramme 5). En ce sens, notre objectif de développer ou d'induire une conception à

car l'actère procédural semble en général atteint ici.

Il nous reste maintenant à voir comment ces dix étudiants de notre groupe expérimental (A) réagiront devant le diagramme de la seconde épreuve. L'interprétation du diagramme de la mitose aura lieu en une seule journée, environ une semaine après la fin des entrevues sur les circuits arithmétiques. Le même interviewer fera passer cette seconde partie de l'expérimentation.

L'interprétation du diagramme de la mitose

Regardons maintenant ce qui ressort des différentes étapes de la seconde épreuve en suivant le déroulement intégral de celle-ci. Nous commençons toujours par le groupe expérimental puis nous enchaînons avec le groupe témoin. Ceci permettra de faire ressortir assez facilement le parallèle entre les deux groupes.

L'histoire du chromosome (étapes b et c de l'épreuve de la mitose)

Comme nous l'avons précédemment mentionné, après la mise en situation, les deux premières étapes de cette épreuve consistaient à faire raconter par l'élève l'histoire de la mitose à partir du diagramme 1 ("avec les mots") puis à recommencer à nouveau l'histoire à partir du diagramme 2 ("sans les mots"). Nous cherchions ici à voir comment les étudiants organisent l'information qu'ils voient ou lisent sur le diagramme. Comment sont interprétées les flèches placées entre les dessins représentant les divers états du chromosome au cours du cycle de la mitose? Où est mis l'accent? Y a-t-il des termes qui reviennent plus souvent? Y a-t-il des gestes importants accompagnant le discours? Tels sont les indices que nous avons cherchés à souligner lors de cette première partie de l'épreuve.

Réactions du premier groupe

Dans le groupe expérimental, le seul à avoir préalablement participé à l'activité des circuits arithmétiques, le discours est en général très direct, même succinct et veut aller à l'essentiel. L'histoire est un genre de résumé précis qui décrit les états vus ou lus. La deuxième histoire "sans les mots" est une reprise quasi intégrale de la première. La synthèse est plus grande, les termes "ici", "là", sont fréquents. Le geste qui revient le plus souvent est d'ailleurs de pointer directement les états (dessins) du chromosome tout en racontant comment il est vu à tel ou tel stade. Il y a des silences, des vides non commentés.

Globalement le cycle de la mitose apparaît comme un procédé où il y a sept étapes précises, ni plus ni moins. Les termes "puis", "ensuite", "après ça", sont les seuls qui reviennent pour traduire le passage de l'avant à l'après.

Réactions du groupe témoin

Le discours tenu par les étudiants du groupe témoin est en général très imagé. Le vocabulaire est dynamique, des verbes d'action accompagnés d'adverbes amènent des nuances variées. La description dépasse les états, le phénomène est plus global. On perçoit le déroulement d'une action qui semble continue, qui s'enchaîne sans brisure. Il y a beaucoup de mime tout au long de l'histoire. Plusieurs mentionnent qu'il se passe quelque chose entre les états spécifiques dont on voit le dessin. Le cycle de la mitose se fait de façon souple, petit à petit et non par sauts successifs. Le temps apparaît aussi comme facteur sans être nécessairement lié aux états. Il est souvent question de vitesse: "ça vient plus doucement", "il va comme plus vite" ...

Les gestes accompagnant l'histoire

Déjà dans les résultats bruts de l'entrevue nous avons relevé des gestes très précis pour classer nos sujets: pointer un état, longer une flèche ou une région, mimer une action, autres (gesticuler) ou aucun. Nous remarquons que les sujets du groupe expérimental (A) font peu de gestes et qu'ils ont tendance à pointer les différents états du chromosome. Les étudiants du groupe témoin (B) sont non seulement volubiles mais ils accompagnent leur description de mime où l'action de pointer revient beaucoup moins fréquemment que dans le premier groupe.

Les phases avec étiquettes à placer (partie d de l'épreuve)

Sur le **diagramme 2** ("sans les mots"), l'étudiant devait coller des étiquettes indiquant où se situent d'après lui la Métaphase et l'Anaphase (deux périodes de la mitose dont nous présentons la définition).

Voici le diagramme 2 où nous avons placé les lettres A, B, C, etc. pour permettre de préciser les endroits choisis par les étudiants pour coller leurs étiquettes. Rappelons que ces endroits peuvent être situés directement sur les états (dessins du chromosome) ou le long de toute une région englobant plusieurs de ces états.

D'après la définition fournie (période pendant laquelle le centre se dédouble), l'Anaphase pourrait se situer à partir de la région D jusqu'en G; alors qu'en terme d'état précis ce serait directement sur le dessin E.

Pour la Métaphase, c'est plus subtil. Les états A, B et C peuvent correspondre avec D comme état final, puisque le chromosome apparaît dédoublé à tous ces endroits.



Pour la région complète on pourrait envisager couvrir de A jusqu'à D.

Nous présentons une compilation des emplacements choisis où nous donnons la répartition des étudiants suivant leur groupe (expérimental ou témoin). Ceci pour faire ressortir la différence de leur choix pour situer la transformation (action) associée à une période de temps. On remarque une démarcation assez nette entre les deux groupes. Dans le premier groupe expérimental les sujets posent leurs étiquettes sur un état précis achevé et fixe tandis que dans le second groupe les phases sont placées davantage sur une succession d'images genre bande dessinée ou soit le long d'une région et en train de se faire.

Position des étiquettes ANAPHASE et METAPHASE

groupe expérimental (A) groupe témoin (B)		ANAPHASE (région E)	METAPHASE (région D, C ou B)
É T I Q U E T T E S	sur un état précis	10 6 et 1*	6 et 3 4 et 1*
	sur plusieurs états		1
	le long d'une région	3	5

- * cet étudiant a placé son étiquette sur un état autre que E dans le cas de l'anaphase, de même pour la métaphase.

Le tableau suivant précise cette différence de conception que nous présentions déjà par le type d'histoire racontée par chacun des deux groupes au début de l'interprétation du diagramme de la mitose. Nous avons cette fois regroupé l'ensemble des positions choisies, pour un total de vingt choix possibles par groupe.

Classification des 40 positions choisies pour les 2 phases de la mitose

	groupe expérimental	groupe témoin
phase placée sur un seul état	19	12
phase placée "le long" d'une région	0	8

* nous n'avons pas considéré le sujet du premier groupe qui avait mal placé son étiquette.

Ce parallèle frappant entre les deux groupes fait ressortir que l'activité portant sur les circuits arithmétiques pourrait avoir eu un impact assez important sur notre groupe expérimental (A). Tout le déroulement de l'interprétation du diagramme de la mitose avait pour but de préciser l'importance de la flèche comme région privilégiée représentant la période pendant laquelle se fait véritablement la transformation du chromosome. Toutes les interventions au cours de l'interprétation n'ont pu déloger l'idée que se sont fait les sujets de ce groupe dès le début de l'épreuve. On verra même que cette conception nettement procédurale de la transformation sera utilisée jusqu'à la fin.

Choix du type de flèche

Dans cette partie de la seconde épreuve nous demandions aux étudiants de poser un choix entre le diagramme 2 (flèche pleine) et le diagramme 3 (flèche pointillée). Le but de cette question était de voir comment les types de conception utilisés s'articulent à un changement du code pictural.



Dans le tableau ci-dessous, nous avons séparé les réponses des deux groupes. Nous avons aussi indiqué les raisons principales invoquées pour justifier les choix. De plus, il nous a paru intéressant de relever les motifs principaux qui ont guidé le rejet de tel ou tel type de flèche car nous pensons que ceci peut être révélateur du sens accordé à un détail du graphique.

Choix du type de flèche: pleine ou pointillée

Type de flèche	Groupe	n	Raisons du CHOIX	Raisons du REJET
 DIAGRAMME 2	e x p é r.	5	. plus défini . on voit où ça commence, où ça finit . se suit mieux	
	t é m.	7	. plus continu . plus clair	. comme si c'était d'un coup.
 DIAGRAMME 3	e x p.	5	. montre mieux le sens la direction	
	t é m o i n	3	. montre mieux le sens la direction . action progressive . idée de cycle	. étourdissant . plus rapide . sans s'arrêter . lentement

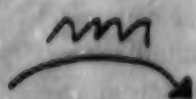
Choix de la position du texte écrit

Le choix proposé ici porte sur les différentes actions du chromosome qui sont indiquées en mots à côté des états (diagramme 1) ou le long des flèches (diagramme 4). Nous arrivons au point culminant de l'épreuve. Nous voulons vérifier à quel endroit se situe la transformation. D'après nous, le choix posé dans cette partie de l'interprétation du diagramme concrétise la différence particulière entre une conception procédurale de la transformation et une conception d'une transformation qui s'écoule plutôt dans une dimension temporelle.



Dans le tableau nous avons encore une fois indiqué les raisons du choix et du rejet de telle ou telle position des mots dans les diagrammes proposés.

Choix de la position des termes:

Position des mots	Groupe	n	Raisons du CHOIX	Raisons du REJET
 DIAGRAMME 1	e x p é r.	9	. se lit mieux . on sait tout de suite où c'est . plus précis . c'est là	
	t é m.	4	. on voit mieux . plus clair . on voit que c'est là	. montre juste la fin de la ---> . plus facile mais pas exact.
 DIAGRAMME 4	e x p é.	1	. le sens de lecture nous conduit à l'état	. mauvaise disposition . confusion là ou là?
	t é m o i n	6	. montre la période . on voit où ça commence, où finit le changement. . où ça se fait.	. il faut tourner la tête . trop rempli . confusion là ou là?

Voici une compilation plus globale de ces choix permettant de préciser la différence entre les deux groupes de sujets.

•Classification des 20 choix pour la position des termes par rapport aux flèches.

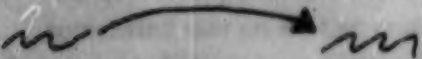
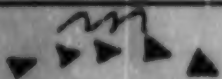
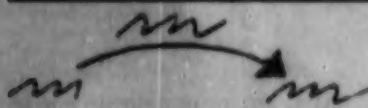
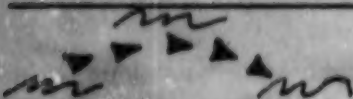
	groupe expérimental	groupe témoin
flèches et texte du diagramme original (1)	9	4
texte placé le long des flèches (diagramme 4)	1	6

Ces résultats confirment la préférence des sujets du groupe expérimental (A) pour une flèche abstraite qui n'a pas de lien significatif avec l'action de la transformation. Ceci va dans le même sens que les résultats donnés par ce groupe pour placer les étiquettes indiquant la position des deux phases (étape d du déroulement de l'épreuve).

Même si nous insistions sur le terme "période", le déroulement de la phase comme ici l'action du chromosome se retrouvait comme un état final, un fait accompli, un résultat achevé. La dimension temporelle semble évacuée de leur interprétation de la transformation malgré nos efforts pour la réintroduire tout au long de l'épreuve. Est-ce un effet des exercices sur les circuits arithmétiques auxquels nous avons soumis ces étudiants ?

Nous arrivons à la fin de l'épreuve. Voici les résultats de la dernière intervention répartis suivant les deux groupes de sujets.

- Composition d'un diagramme idéal (à partir des 4 versions proposées ou autre si désiré)

type de diagramme	groupe exp.	groupe témoin
	5	1
	4	2
		5
	1	
		1 on voit plus que c'est ça qui s'en vient
		1 seul

Commentaires

Les résultats des différentes parties de l'épreuve semblent montrer que les conceptions ne sont pas uniformes face à un même diagramme. Nous pouvons constater des variantes importantes dans la façon de voir et d'organiser l'information à partir d'un diagramme de transformation, même si celui-ci est très sobre.

Voici quelques traits des conceptions que nous avons observés au cours de notre expérimentation.

- elles surgissent en même temps qu'un concept précis.
- elles se manifestent lors d'une problématique car elles sont dynamiques et liées à l'action de comprendre ou de poser des choix.
- elles sont souples, du domaine de l'implicite et font partie des raisonnements simples.
- elles présentent une certaine stabilité face à un même problème.

Nous n'avons pas constaté de revirement subit lors des entrevues. Les quatre étapes de l'épreuve font ressortir cette espèce de constance dans l'utilisation de telle ou telle conception. La façon de percevoir la transformation est reliée aux conceptions utilisées au cours de l'épreuve et au contexte qui les a suscitées.

- parfois la transformation est strictement liée aux états et surtout à l'état final (comme résultat atteint, achevé)
- parfois la transformation est vue comme un continuum, un déroulement où l'action se situe partout.

Quelques questions en susnens:

- peut-on dire qu'une de ces façons de voir la transformation est plus primitive que l'autre?
- un revirement est-il possible d'une conception à une autre?
- l'aspect mathématique met-il en veilleuse toute la dimension dynamique de la transformation qui se déroule dans le temps?

BIBLIOGRAPHIE

Bednars N., Janvier B. et Poirier L. "Problèmes de représentations d'une transformation arithmétique chez les élèves du primaire". Bulletin A.M.Q., Montréal, octobre 1983.

Janvier C. et Mary C. (en préparation). Classification de diagrammes et schémas dans les manuels de sciences et niveaux d'interprétation.

Diagramme de la mitose: figure 44 tirée du manuel. Biologie humaine, C.E.C., Montréal, (1968).

**Le développement de conceptions
primitives de la notion de cercle
à l'aide d'un logiciel**

**par Jean-Charles Morand
et Claude Janvier**

CIRADE

Université du Québec à Montréal

Séminaire sur la Représentation

10 avril 1987 - n^o, 20

**Note: La publication de ce séminaire est rendue
possible grâce à une subvention du fonds FCAR.**

1. A propos des conceptions

Introduction

ARTIGUE & ROBINET (1981) ont montré que les enfants, lorsque nous leur posons des questions, en relation avec le cercle, utilisent très souvent tout à fait autre chose que le concept que nous leur enseignons en classe, à savoir le concept d'un ensemble de points qui se trouvent à égale distance d'un point que nous appelons le centre.

Avec des épreuves relativement simples nous demandons aux jeunes est-ce que ceci est un cercle? Ils disent par exemple: *non, parce que les deux diamètres ne sont pas égaux* (ils ne parlent pas du centre). Et cela, est-ce un arc de cercle? Ils répondent par exemple: *oui, cela semble tourner égal, ou bien non, ici cela rentre un peu trop*. A partir d'expressions comme celles-ci, Artigue & Robinet ont essayé de définir différentes conceptions que les enfants avaient par rapport à la notion de cercle. Nous ferons, un peu plus loin, une classification de ces images mentales, de ce qui est à la base des concepts mathématiques reliés à la notion de cercle.

A la même époque nous nous questionnions beaucoup sur la notion de représentation interne. Notre recherche a donc été une occasion d'approfondir cette notion de conception primitive. Nous avons dans un premier temps identifié une conception primitive comme étant une forme de représentation interne qui nécessairement est plus dynamique et plus fluide que les dessins (l'épreuve, les représentations externes) qui provoquent cette dite conception.

Conception versus concept

Mais pourquoi le mot «conception» plutôt que «concept»? Nous avons trouvé commode d'associer le mot «concept» à la contrepartie de ce qui apparaît comme défini dans une science. Nous pouvons prendre comme exemples, la notion de cercle, de triangle, de médiane, d'énergie, de longueur; ce sont des notions définies, verbalement en tout cas, dans des sciences, bien circonscrites. Quand nous parlons de «concept» habituellement, nous parlons (même si c'est en termes très abstraits) de la représentation interne d'idées ou de notions que nous pouvons circonscrire par des mots dans un discours.

Evidemment le concept, par rapport à la représentation, par rapport à la conception primitive, est figé bien que nous puissions concevoir que chaque caractéristique que nous pouvons déduire d'une notion vienne enrichir le concept d'une manière souvent imperceptible. Prenons l'exemple de la médiane; dans un premier temps elle est définie mais lorsque nous étudions les propriétés des médianes comme "les médianes se coupent aux deux-tiers", "les

médianes se coupent en un point", inévitablement toutes ces caractéristiques des médianes s'ajoutent à ce que nous pouvons appeler le concept de médiane. Mais par ailleurs il y a d'autres propriétés rattachées aux médianes qui n'appartiennent pas en propre à la théorie et qu'on peut considérer comme étant les conceptions (ou conceptions primitives).

Qu'est-ce qu'une conception?

Evidemment quand nous parlons de "tourner égal" ou "rentrer un peu" nous voyons qu'il n'y a pas de théorie qui tienne compte de cette conception primitive. On peut objecter que dans les mathématiques plus avancées il y en a; c'est en fait la notion de courbure que nous définissons, en mathématiques, de manière très sérieuse. Mais ce n'est pas le cas pour la plupart des gens. Alors la première constatation c'est que les conceptions se situent en marge d'une théorie. Les conceptions font appel à des raisonnements spontanés parce qu'elles n'existent pas comme des concepts; en effet dès que nous essayons d'observer la présence d'une conception, celle-ci évolue. Nous constatons que les étudiants raisonnent sur les images mentales qu'ils ont. C'est pourquoi nous considérons qu'une conception est dynamique, qu'elle évolue et s'accompagne nécessairement de raisonnement.

Laurence VIENNOT (1979) qui parle de conceptions primitives en mécanique en parle d'ailleurs en utilisant ce terme de «raisonnements spontanés» beaucoup plus que «conceptions primitives». Alors peut-être qu'une conception primitive est un mélange de raisonnements spontanés et d'images mentales. D'où une conception primitive est construite à partir d'images mentales; mais ce n'est pas exclusivement des images, c'est aussi des gestes, c'est aussi des mots, c'est l'articulation un peu de tout cela qui fait une conception primitive. Ces conceptions peuvent donner lieu éventuellement à une formalisation (comme la formalisation de la notion de courbure) qui en feront un concept s'intégrant à une théorie.

Tenir compte des conceptions

Si on considère comme valide ou comme existant ce type de conception, dans l'enseignement cela suppose que l'on se place dans une perspective constructiviste. La construction des connaissances par l'étudiant entraîne chez lui à côté des représentations internes officialisées par les sciences (que l'on nomme les «concepts») des représentations internes tout aussi valides et qui (c'est là une hypothèse qui guide les recherches de Claude JANVIER depuis des années) se manifestent de manière implicite mais non pas moins efficace dans certains processus de pensée en résolution de problèmes. Cela veut dire que lorsque les gens tentent de rendre les étudiants plus habiles en résolution de problèmes, si c'est uniquement

par un travail sur les concepts, nous pensons que c'est faire fausse route. Rendre les étudiants plus habiles en résolution de problèmes en indiquant toutes les stratégies associées à des heuristiques, nous pensons que c'est aussi faire fausse route. Ce n'est ni les heuristiques, ni les concepts, mais c'est une combinaison d'heuristiques, de concepts et de conceptions.

En fait, nous considérons que ces conceptions sont à la source de ce qu'il est convenu d'appeler l'intuition. Quand les gens parlent d'intuition et qu'ils ne savent pas trop et disent "c'est d'une manière intuitive que je suis arrivé au raisonnement". Cette fameuse intuition serait sans doute ces conceptions primitives mal explicitées. Décoder ces conceptions n'est pas chose facile et nous verrons comment nous avons tenté de le faire avec le cercle.

Développer ces conceptions n'est pas chose facile non plus. Tout ce que nous pouvons affirmer c'est que les conceptions ne s'enseignent pas, elles ne se transmettent pas comme de l'information. C'est pourquoi elles se développent de manière tout à fait implicite, donc par l'action (un peu comme se développent les structures selon Piaget). Nous avons voulu alors susciter une conception relative au cercle par un logiciel assimilable à un jeu. Nous avons tenté de développer une conception d'une manière implicite en faisant jouer les étudiants. Voici donc le contexte général de notre recherche sur les conceptions relatives à la notion de cercle.

2. Une recherche antérieure

Une recherche sur les conceptions du cercle à l'école élémentaire par M. ARTIGUE et J. ROBINET (1981) a précédé la nôtre. Elles ont commencé par observer le comportement des étudiants dans des situations variées pour ensuite analyser les procédures utilisées suivant la tâche proposée. Elles se sont finalement demandées s'il était possible d'associer aux procédures, ultérieurement, des conceptions des figures géométriques.

L'Étude du Cercle

Elles ont choisi le cercle parce que l'illusion de transparence de l'objet est des plus fortes. Cette illusion est confortée par différents facteurs dont une assimilation de la "connaissance" de l'objet à sa reconnaissance perceptive, le fait qu'il existe un outil d'un maniement aisé qui permet à l'enfant de tracer des cercles, le fait que pour le maître l'enseignement relatif au cercle pose des problèmes plutôt au niveau du calcul du périmètre et de l'aire.

Définitions et Conceptions

Elles ont cherché le plus de définitions possibles du cercle, en essayant pour chacune d'entre elles de mettre en évidence les éléments géométriques et les relations (entre ces éléments) qui semblaient privilégiées. Elles ont ainsi exhibé six définitions du cercle (voir appendice no. 1) en essayant d'associer une conception à chacune d'entre elles. Le problème était le suivant: "à quels indices, dans le langage ou les procédures de l'étudiant, on va pouvoir reconnaître que l'on a affaire à telle ou telle conception?"

Huit séquences didactiques présentées en classe

L'expérimentation d'Artigue et Robinet a consisté en l'organisation et l'analyse de huit séquences didactiques proposées aux maîtresses comme des situations-problèmes. L'analyse des conceptions du cercle, mises en œuvre par les enfants suivant les situations proposées, ne prenait véritablement son sens, selon les auteures, que si elle était doublée d'une étude de la gestion de ces mêmes situations par les maîtres, dans le cadre de la classe. "Nous n'avons pas voulu analyser ces situations sans prendre en compte le fait qu'il s'agissait de situations de classe, mettant en jeu non seulement les étudiants et l'état de leur développement psycho-génétique, mais aussi la classe et tout ce qui constitue la situation d'enseignement."

L'épreuve des couronnes

L'épreuve des couronnes représentait deux des huit séquences. Chaque enfant recevait une enveloppe contenant 3 ou 4 couronnes circulaires découpées en morceaux le long des rayons. Ces couronnes étaient, soit de rayons différents, soit d'épaisseurs différentes. L'une des couronnes était incomplète. Le secteur manquant était d'ouverture plus grande que tous les secteurs existants et n'était pas réunion de plusieurs d'entre eux.

3. Une pré-expérimentation

Au printemps 1984 (en avril) nous menons une pré-expérimentation pour vérifier la présence ou l'évolution d'une conception du cercle (sans faire référence aux définitions) à l'aide d'une épreuve conçue à cette fin. Nous rencontrons douze étudiants de secondaire-II et douze étudiants de secondaire-IV d'une école de la C.E.C.M. (Commission des Ecoles Catholiques de Montréal).

Un logiciel pour développer une conception

Nous imaginons un logiciel qui devrait, selon nous, influencer les étudiants qui l'utilisent. Il s'agit d'un arc de cercle qui apparaît à l'écran ainsi que deux droites sécantes. L'étudiant peut déplacer cet arc avec les flèches du clavier de l'ordinateur (un "Apple"®) et s'arrêter lorsqu'il pense que le cercle engendré par cet arc sera parfaitement tangent aux deux droites. Une fois qu'il a positionné l'arc à sa satisfaction il enfonce une touche du clavier qui aura pour effet de lui permettre de tracer le cercle avec une manette circulaire reproduisant à l'écran le mouvement de la main. Dès que cette touche est enfoncée l'étudiant ne peut plus revenir en arrière pour déplacer l'arc. Le programme calcule un pointage selon le résultat obtenu.

Six étudiants de secondaire-II et six étudiants de secondaire-IV sont invités à utiliser ce logiciel alors que les autres sujets doivent résoudre en équipe des problèmes extraits du "Coin du Penseur-2". Cette étape qui dure une trentaine de minutes précède l'épreuve proprement dite, qui aura lieu l'après-midi.

L'épreuve des couronnes modifiées

Nous construisons une épreuve qui d'après nous, favorise une conception globale du cercle et de l'homogénéité du cercle sous la rotation. Il s'agit de trois couronnes identiques en largeur (épaisseur) mais de grandeurs différentes qui ont été coupées en morceaux dont on ne connaît pas le centre. Il y a quinze morceaux en carton et nous retirons du casse-tête un morceau de la grande couronne. Placé devant ces quatorze morceaux éparpillés sur une grande feuille blanche l'étudiant doit reconstituer les trois couronnes puis ensuite dessiner le morceau manquant.

Interaction entre deux étudiants

Nous observons sa stratégie aussi bien pour assembler les trois couronnes que pour compléter le morceau manquant dans une de ces couronnes. Nous filmons et enregistrons le tout. Pour mieux saisir ce qui se passe dans la tête de l'étudiant nous voulons créer une interaction avec un coéquipier. Nous proposons au premier étudiant de résoudre l'épreuve et nous le chronométrons. Puis nous lui demandons d'expliquer sa démarche à son coéquipier lorsque son tour est venu en précisant que seul le temps du second participant sera retenu. Nous voulons ainsi inciter le premier étudiant à préciser sa stratégie.

Résultats concernant l'insu des couronnes

Plusieurs étudiants acceptent l'idée de diamètres inégaux; ils perçoivent le diamètre comme une corde séparant le cercle en deux parties sans relation avec le double rayon. En effet ils disent que le diamètre qui sépare le cercle verticalement n'a pas la même longueur qu'un diamètre en diagonale. Certains ne voient que deux diamètres perpendiculaires et perçoivent ces cordes comme des axes de symétrie (horizontal et vertical) du cercle.

La plupart des étudiants procèdent par essais et erreurs pour assembler les trois couronnes. Ils comparent les morceaux bout à bout mais nous distinguons au moins deux approches dans cette stratégie. En effet, il y a ceux qui placent deux morceaux bout à bout et regardent leur courbure pour s'assurer que cela "fait un rond pareil" et il y a ceux qui placent aussi deux morceaux bout à bout mais regardent localement (et d'une manière statique) si les morceaux vont ensemble. Plusieurs procèdent de façon non-systématique et réutilisent un morceau qu'ils ont rejeté. De plus ils construisent souvent des couronnes elliptiques et ils n'y voient aucun problème.

Les concepts scolaires sont peu utilisés. Les expressions employées sont "tourner égal", "tourner pareil" et "rentre"; le sens de ces expressions varie selon le geste, le mouvement de la tête ou des doigts.

Résultats concernant le dessin du morceau manquant

Nous ne voulons pas trop intervenir et contaminer les étudiants, surtout le premier des deux coéquipiers car celui-ci pourrait ensuite transmettre à l'autre le résultat d'un mot ou d'un geste de la part de l'interviewer. Mais nous devons attendre qu'il soit en mesure de compléter le morceau manquant de la grande couronne. Non seulement cela peut prendre du temps mais il n'assemble pas nécessairement les quatre morceaux adéquats de la grande couronne ensemble au moment de compléter le cinquième par un dessin. Plusieurs feront ce dessin à main levée sans voir là un manque de rigueur ou de précision. C'est d'ailleurs souvent un prolongement de la stratégie utilisée pour l'assemblage.

D'autres, surtout en secondaire-IV, voudront utiliser le compas en construisant le centre d'abord; il faut cependant distinguer ceux qui mesurent directement le milieu d'une corde qu'ils estiment au centre du cercle à l'œil, de ceux qui déplacent la règle pour trouver la corde la plus longue (au voisinage du demi-cercle) puis mesurent le milieu.

Enfin, quelques-uns utilisent un morceau pour tracer. Il y a ceux qui prennent un morceau d'une autre couronne sur la table puis ceux qui font glisser un morceau adjacent de la même couronne par rotation.

Il n'est pas facile, dans la pratique, de caractériser chacune de ces stratégies et nous observons minutieusement les gestes et les mots qui les accompagnent pour mieux les distinguer.

Résultats concernant l'interaction entre les deux coéquipiers

Pour cette pré-expérimentation nous misions beaucoup sur les échanges entre les deux coéquipiers mais nous sommes déçus des résultats. Le premier étudiant de l'équipe ne fait que répéter nos consignes au second et ne parvient pas à communiquer sa stratégie, du moins avec des mots car il (le premier) demande souvent la permission d'illustrer avec des morceaux du casse-tête ce qu'il a fait (mais nous refusons car notre propos est de lui faire verbaliser son approche).

Même pour le cas où un étudiant avait de toute évidence une bonne stratégie, comme la superposition des morceaux, pour assembler les trois couronnes, il ne parvient pas à la transmettre à son coéquipier et nous sommes témoins de certains cas où le second de l'équipe prend beaucoup plus de temps que le premier. Nous pouvons conclure que le premier étudiant n'a pas assez de recul sur ce qu'il a fait pour le résumer et le dire à son coéquipier.

4. A la recherche des conceptions

La notion de cercle est une des premières formes géométriques reconnues par les enfants. BIALYSTOK et OLSON (1983) font ressortir cependant qu'on peut reconnaître visuellement des schémas complexes sans pour autant être capable d'identifier les critères permettant une telle reconnaissance. En d'autres termes, quelqu'un peut utiliser des informations spatiales pour reconnaître des objets sans être conscient des propriétés utilisées.

L'enseignement usuel de la géométrie joue souvent le rôle de guide dans la perception de l'espace en recourant principalement aux mots pour spécifier les caractéristiques des objets. Pour notre part, nous pensons que la connaissance est trop souvent considérée "équivalente à" l'explication verbale et l'expression linguistique. Cependant, la connaissance peut aussi être reliée à une séquence d'actions ou de procédures comportant un usage minimum de mots.

But de notre recherche: conceptions relatives au cercle

Notre recherche veut mettre en lumière les conceptions relatives au cercle dans le cadre d'une analyse de quelques gestes significatifs ou d'images mentales dont la présence est révélée par le biais d'un minimum de mots clés. Dans des processus plus évolués que la simple reconnaissance d'objets, les jugements sont basés sur les expériences passées et présentes utilisées conjointement avec une logique naturelle.

Caractérisation des conceptions reliées à l'épreuve

La pré-expérimentation nous a permis de définir plus clairement les conceptions en relation avec l'épreuve des couronnes. Nous nommons globale statique la conception où l'arc (ou le cercle) est appréhendé comme un tout. C'est sans doute la plus primitive de toutes car elle est près de la perception et ne résulte pas nécessairement d'une analyse. Nous nommons globale dynamique la conception où l'arc de cercle est situé dans un ensemble de courbes plus ou moins incurvées (association entre tous les arcs).

Nous incluons dans cette conception (globale dynamique) le fait d'utiliser un des grands morceaux d'arc pour lui faire recouvrir l'espace incomplet de la couronne au moment de dessiner le morceau manquant. Nous pensons que l'idée de l'homogénéité du cercle sous la rotation est alors mise en œuvre. Cela provient du fait remarquable que les cercles comme la droite sont homogènes dans chacune de leurs parties dans le sens que l'on peut les glisser sur eux-mêmes sans qu'aucune partie ne devienne saillante.

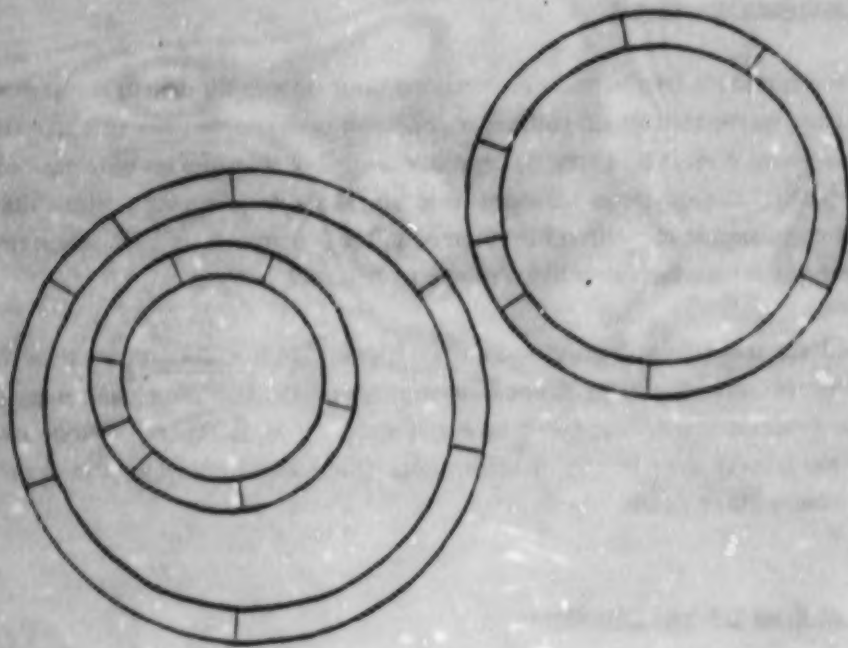
Nous parlons de conception locale dynamique lorsque l'examen est centré sur plusieurs portions d'arcs (cela suppose que l'arc est parcouru) et de conception locale statique lorsque la discrimination porte sur une portion restreinte de l'arc (le sujet regarde, entre autres, si les bouts coïncident). Il ne faut pas confondre ici ce que nous nommons conception locale avec la conception ponctuelle qui correspond à l'enseignement relatif au cercle de nos jours (c'est-à-dire le cercle perçu comme un point qui se déplace à égale distance du centre). Si le compas est utilisé pour dessiner le morceau manquant de la couronne incomplète nous considérons que le concept institutionnel prévaut dans le raisonnement.

5. L'Expérimentation

Au printemps 1986 nous menons une expérimentation pour vérifier les conceptions du cercle chez les jeunes (dans le contexte de l'épreuve des couronnes, avec à notre disposition les

résultats de l'analyse de la pré-expérimentation) et pour déterminer le rôle d'un didacticiel sur l'évolution ou le développement (élaboration) de conceptions relatives au cercle.

Nous reprenons l'épreuve des trois couronnes avec quelques modifications. Le matériel est construit avec plus de précision, nous n'enlevons plus un morceau de la grande couronne au début de l'épreuve et nous laissons tomber l'idée d'une interaction entre coéquipiers. Nous rencontrons (et filmons) individuellement seize étudiants de secondaire-II et seize étudiants de secondaire-IV (en avril). En mai, nous présentons le logiciel à un sous-groupe, pendant deux périodes de une heure chacune. Enfin, nous les soumettons à nouveau à l'épreuve de la couronne au début juin (les seize étudiants de secondaire-II et douze des seize étudiants de secondaire-IV). Voici ces couronnes (réduites):



L'épreuve des couronnes, première entrée

Nous montrons d'abord à l'étudiant une couronne en styromousse pour spécifier le mot "couronne" puis nous étalons devant lui les vingt et un morceaux du casse-tête (identiques en épaisseur) et nous lui demandons de reconstituer les trois couronnes en précisant qu'elles sont de différentes grandeurs.

Afin de lui faire préciser sa stratégie nous lui demandons pourquoi il rejette un morceau dès que l'occasion se présente. L'interviewer a à sa disposition trois enveloppes contenant

chacune les morceaux d'une des trois couronnes. Lorsqu'il a identifié une des couronnes en construction, l'interviewer prend un morceau de cette couronne dans son enveloppe et demande à l'étudiant si ce morceau irait dans la couronne et pourquoi. Il s'agit une fois de plus, de faire préciser à l'étudiant sa stratégie par des mots qui accompagnent les gestes. Ces questions sont parfois posées à plus d'une reprise.

Il arrive qu'un sujet essaie un morceau à une extrémité de la couronne en construction puis à l'autre extrémité. Nous lui demandons alors s'il pense qu'il est possible qu'un morceau soit acceptable à une extrémité et non à l'autre.

Dessin du morceau manquant

Après un certain temps nous intervenons pour passer au dessin du morceau manquant d'une des trois couronnes. Si l'étudiant a construit convenablement une des trois couronnes nous la conservons pour cette partie de l'épreuve et nous y enlevons un morceau (ni le plus grand, ni le plus petit). Sinon, nous utilisons une des trois enveloppes à notre disposition pour construire une couronne et y enlever un morceau. Nous demandons à l'étudiant de dessiner avec le plus de précision possible ce morceau que nous tenons à la main.

L'étudiant travaille sur un grand carton blanc (51cm X 66cm) et a à sa disposition des crayons au plomb, une efface, un compas, un rapporteur d'angle, une règle, un équerre, du papier calque, des ciseaux, un transparent (acétate) avec un stylo feutre. Plusieurs dessinent le morceau à main levée avec le crayon seulement. Quelques-uns utilisent la règle et le compas. Très peu utilisent autre chose.

Formation de deux groupes d'étudiants

Nous divisons ensuite les étudiants en deux groupes. En secondaire-II nous rencontrons huit étudiants à raison de deux fois une heure avec le logiciel que nous avons construit pour le cercle et les huit autres une heure seulement avec des logiciels éducatifs appartenant à l'école. En secondaire-IV nous devons limiter notre expérience, faute d'appareils ("Co-term"®) et de temps; nous choisissons six étudiants qui passent deux fois une heure avec le logiciel sur le cercle et nous ne rencontrons pas les autres étudiants de secondaire-IV.

Le logiciel sur les arcs de cercle

Pour le logiciel sur le cercle, nous avons conçu une version améliorée. Il s'agit encore de déplacer un arc jusqu'à ce qu'il produise un cercle tangent à deux droites sécantes. Lorsque l'arc est positionné à la satisfaction de l'étudiant et qu'il commence à tracer le cercle avec la manette, il ne peut plus le déplacer. Le cercle se trace en rouge et l'arc demeure visible en bleu. Nous pourrions souhaiter que le dessin apparaisse davantage comme un point qui se déplace de façon continue plutôt que par coups comme dans cette version. Voici un dessin représentant une situation possible à l'écran:

POINTAGE: TOTAL = %



La présentation du logiciel favorise une utilisation plus souple. Un menu au départ nous permet de choisir la position de l'arc, sa grandeur en degrés, et le rayon du cercle dont il fait partie. Les droites sécantes varient de position au hasard et nous voyons les quatre quadrants. Nous spécifions que le résultat doit apparaître dans le premier quadrant. Le pointage, plus sévère, tient compte de toutes les situations et motive les étudiants à la plus grande précision possible.

Développer une conception

Par ce logiciel nous pensons développer la conception de l'homogénéité du cercle sous la rotation et nous espérons que les étudiants utiliseront cette idée lorsqu'ils dessineront le morceau manquant d'une couronne. Nous verrons cela dans les résultats. Nous sommes conscients de travailler dans un contexte tout à fait nouveau, celui de produire un logiciel relié à une épreuve et ceci en vue de développer une conception spécifique. De plus nous souhaitons vérifier l'impact de ce logiciel sur les conceptions de l'étudiant (les conceptions étant en soi tout

un domaine de recherche).

L'épreuve des couronnes, deuxième entrevue

Finalement nous rencontrons à nouveau les mêmes étudiants individuellement au début de juin pour les soumettre encore une fois à l'épreuve des trois couronnes.

Nous procédons de la même façon sauf que nous ne présentons plus la couronne en styromousse au début pour spécifier ce qu'est une couronne. Lors de la première entrevue, les étudiants avaient tendance à se conformer aux dimensions de cette couronne comme un modèle à suivre et ceci les empêchait de considérer les couronnes du casse-tête comme étant différentes. Nous verrons dans les résultats qu'ils réussissent plus de couronnes à cette deuxième rencontre.

De plus, à la fin de l'entrevue nous demandons aux étudiants s'ils pourraient s'y prendre autrement pour dessiner le morceau manquant et nous observons que la plupart ont choisi une méthode plutôt qu'une autre mais qu'ils ont une deuxième stratégie présente à l'esprit ou qu'ils changent d'idée à ce moment. Enfin, les étudiants semblent plus à l'aise du fait que l'épreuve est connue, l'équipement pour filmer est moins nouveau et l'interviewer est moins un étranger maintenant.

Cadre physique et clientèle

Ces entrevues ont lieu dans le local d'informatique pour les étudiants de secondaire-II et dans un petit local (environ la taille d'une classe normale) en secondaire-IV. Dans les deux cas le niveau du bruit est faible et les dérangements sont rares.

L'étudiant travaille sur une grande table. Il est assis au centre et l'interviewer est assis à une extrémité. Sur une autre table, devant, nous avons installé une caméra qui fonctionne automatiquement et qui filme du dessus. Une personne surveille l'équipement. Les morceaux des couronnes sont coupés dans du carton rouge à partir de formes métalliques fabriquées à cet effet; ils sont posés sur un grand carton blanc.

Nos sujets proviennent de classes de mathématiques. Nous avons 50% d'étudiants moyens dans les deux écoles (secondaire-II et secondaire-IV). En secondaire-II nous avons 20% d'étudiants forts mais ce pourcentage augmente à 30% ou 35%, en secondaire-IV; les autres sont des étudiants faibles.

6. L'influence du logiciel

Nous avons observé les stratégies des étudiants par rapport à notre classification des conceptions suivant tel ou tel type de geste. Voici quelques tableaux extraits du tableau général des résultats de l'expérimentation que l'on trouve en appendice (no. 2). Nous regroupons les étudiants qui classifient leurs morceaux dans une colonne intitulée «superposition, juxtaposition», les deux principales stratégies pour regrouper les morceaux avant de construire les couronnes. Nous plaçons dans la colonne «bout à bout» ceux qui ne classifient pas les morceaux mais semblent les assembler d'une manière systématique. Enfin nous indiquons dans une colonne «autres» les sujets qui ne classifient pas leurs morceaux et qui semblent plutôt non-systématiques au moment d'assembler les morceaux des trois couronnes.

Un étudiant est identifié dans une colonne à partir de l'analyse de l'enregistrement de l'entrevue, en se basant sur ses paroles et ses gestes durant l'épreuve. Sans porter de jugements de valeur sur une stratégie par rapport à une autre, cette classification permet de parler d'un certain «progrès» lorsque, par exemple, un sujet qui assemble les morceaux des couronnes d'une manière non-systématique le fait d'une manière systématique à la deuxième rencontre ou un sujet qui ne classe pas ses morceaux avant de les assembler fait une classification à la deuxième entrevue.

Pour le dessin du morceau manquant nous identifions dans la colonne «glissement» les sujets qui glissent une pièce de la couronne physiquement ou par calquage, dans la colonne «compas» les sujets qui trouvent un centre et se servent du compas. Enfin nous regroupons dans la colonne «autres» les sujets qui utilisent un objet pour dessiner ou le font à main levée. Ici aussi nous parlerons d'un certain «progrès» pour un étudiant, par exemple, qui passe d'une stratégie «autres» à «compas» ou à la stratégie «glissement» qui fait appel dans une certaine mesure à la conception de l'homogénéité du cercle sous la rotation, que nous privilégions.

Ces tableaux comparent la stratégie utilisée à la première entrevue (en avril: «avant») par rapport à la deuxième entrevue (en juin: «après») pour les étudiants qui utilisent le logiciel d'une part et pour les étudiants qui n'utilisent pas le logiciel d'autre part. Nous distinguons aussi dans ces résultats les sujets de secondaire-II et ceux de secondaire-IV. Il faut lire ces tableaux suivant le principe habituel des coordonnées cartésiennes.

<u>Assemblage des trois couronnes en secondaire-II. avec logiciel:</u>			
Avant Après	Superposition Juxtaposition	Bout à bout	Autres
Superposition Juxtaposition			
Bout à bout		ERIC ISAB	SERG SYLV
Autres		DONA	CARO MINH NANO
<u>Assemblage des trois couronnes en secondaire-II. sans logiciel:</u>			
Avant Après	Superposition Juxtaposition	Bout à bout	Autres
Superposition Juxtaposition	PIER		
Bout à bout		NANC 3OPH	CLAU MYLE
Autres			FRAN MARE RICH

En secondaire-II, pour l'assemblage des trois couronnes, il y a une relative stabilité sauf pour SYLV et SERG qui utilisaient le logiciel, de même que CLAU et MYLE qui n'utilisaient pas le logiciel et qui sont tous passés d'une stratégie «autres» à «bout à bout» entre la première entrevue et la deuxième. Nous notons aussi une régression pour DONA.

<u>Assemblage des trois couronnes en secondaire-IV, avec logiciel:</u>			
Avant Après	Superposition Juxtaposition	Bout à bout	Autres
Superposition Juxtaposition	MART		ANNE
Bout à bout		NATH NATO	BENO DIAN
Autres			
<u>Assemblage des trois couronnes en secondaire-IV, sans logiciel:</u>			
Avant Après	Superposition Juxtaposition	Bout à bout	Autres
Superposition Juxtaposition	JOCE	PATR	
Bout à bout		NATE	JULI
Autres			SEBA SCOT

En secondaire-IV, pour l'assemblage des trois couronnes nous observons que les trois élèves qui utilisaient une stratégie «autres» ont progressé chez ceux qui utilisaient le logiciel alors qu'un seul de cette catégorie («autres») a progressé chez ceux qui n'utilisaient pas le logiciel. Mais il y a progrès aussi pour PATR parmi ceux qui n'utilisaient pas le logiciel: il est passé d'une stratégie «bout à bout» à «superposition».

<u>Dessin du morceau manquant en secondaire-II. avec logiciel:</u>			
Avant Après	Glissement	Compas	Autres
Glissement			DONA MINH
Compas			SYLV ISAB
Autres			CARO ERIC NANO SERG
<u>Dessin du morceau manquant en secondaire-II. sans logiciel:</u>			
Avant Après	Glissement	Compas	Autres
Glissement	PIER SOPH		CLAU MYLE
Compas			FRAN NANC RICH
Autres			MARE

En secondaire-II pour le dessin du morceau manquant on ne peut pas conclure sur l'impact du logiciel puisque quatre élèves ont progressé avec le logiciel mais cinq aussi ont progressé dans le sous-groupe sans logiciel. Il faut noter également que deux élèves, PIER et SOPH ne pouvaient pas enregistrer de progrès.

<u>Dessin du morceau manquant en secondaire-IV. avec logiciel:</u>			
Avant Après	Glissement	Compas	Autres
Glissement	NATO	ANNE MART NATH	
Compas		BENO DIAN	
Autres			
<u>Dessin du morceau manquant en secondaire-IV. sans logiciel:</u>			
Avant Après	Glissement	Compas	Autres
Glissement			SEBA
Compas		NATE PATR	
Autres			JOCE JULI SOFI

En secondaire-IV, pour le dessin du morceau manquant, trois élèves du sous-groupe avec logiciel sont passés du «compas» au «glissement» alors que seulement un élève du sous-groupe sans logiciel est passé de «autres» à «glissement». Vu sous l'angle de la conception il y a forcément une évolution (on a délogé trois personnes de la conception «compas»).

7. Interprétation des résultats

Caractérisation des conceptions

L'idée de courbure est sans doute ou bien ponctuelle, ou bien globale. La conception globale du cercle est acquise jeune et l'école systématise cela ou non puis débouche sur une conception globale avec un centre et finalement une conception ponctuelle. Selon nous la courbure est ponctuelle quand elle est parcourue. Il y a aussi la conception globale et dynamique (avec mouvement) pour ceux par exemple qui utilisent un morceau de la couronne qu'ils font

glisser (homogénéité du cercle sous la rotation) et il y a une conception globale mais statique, par exemple dans le bout à bout.

La conception est rattachée au geste. Ce sont des conceptions, des images mentales, des mots qui entraînent des gestes précis. Quelles conceptions associer à ces gestes? En dehors du compas, auquel recourent surtout des étudiants de secondaire-IV au moment de tracer le morceau manquant, nous observons que les concepts scolaires sont peu utilisés. En fait, des expressions comme "tourner égal", "tourner pareil", étaient souvent entendues. Plus précisément l'expression française utilisée était "rentrer" ce qui implique en même temps l'idée "d'être plié" et "tourné".

C'est dans la manière de parcourir l'arc qu'est la conception. Dans l'idée de "tourner égal" par exemple il peut y avoir l'idée de tourner pareil (ou pas pareil) d'où une conception dynamique locale (la courbe est appréciée localement). Le mot «locale» est utilisé dans le sens de "neighbourhood" (voisinage) en mathématiques. L'étudiant peut en parcourant voir que cela tourne là, que ça tourne plus là et apprécier la courbe localement. L'idée que "ça rentre" peut être ponctuelle ou globale, selon qu'il y a parcours du doigt ou non.

Si la stratégie utilisée consiste en la superposition des arcs pour vérifier qu'ils correspondent exactement (au moment de l'assemblage des trois couronnes) nous pensons que cela révèle une conception globale dynamique de la courbure. Si l'étudiant établit une analogie visuelle des courbures en plaçant les morceaux les uns à côté des autres à l'intérieur de l'arc (en colonnes), nous pensons qu'une conception globale est mise en oeuvre. Elle ne peut toutefois garantir le succès car les morceaux d'arcs (des couronnes) ne sont pas de même longueur et la comparaison de petits morceaux (courts) est difficile à établir.

Pour l'étudiant qui déplace un morceau adjacent par rotation (glissement) pour le dessin du morceau manquant on peut dire dans un premier temps que ce serait une conception dynamique globale mais il est possible que le sujet soit convaincu que là et là il y a une même courbure, donc il prend le morceau et le mets là, ce qui serait un indice d'une conception plutôt locale. Ce n'est pas simple. La courbe que l'on obtient par exemple avec un programme "Logo" (8) c'est une courbe dynamique (il y a du mouvement) et ponctuelle (c'est l'appréciation de points en points de la courbe).

La manipulation du compas implique l'utilisation d'une technique basée sur le centre du cercle, sur le rayon mais relativement peu sur la courbure qui est la notion sur laquelle nous penchons. Cette utilisation du compas nous ramène à une conception scolaire; c'est le résultat des problèmes faits en classe et conçus pour être résolus avec un compas.

Du point de vue cognitif il nous semble aussi que plus les étudiants progressent au secondaire, plus ils réfléchissent pour rendre leur activité scolaire plus rentable. Ce phénomène explique probablement certaines différences entre les étudiants de secondaire-II et ceux de secondaire-IV. Les sujets de secondaire-IV sont plus conscients de l'importance d'une analyse de ce qu'ils font pour être meilleurs (et réussir). Ils réfléchissent davantage sur leur propre activité. Pourtant des enfants peuvent réussir un jeu sans pouvoir expliquer comment ils y parviennent alors qu'en vieillissant les jeunes acquièrent un stade formel leur permettant de fournir une explication même si souvent les plus jeunes sont spontanément meilleurs dans la même activité.

Développement d'une conception globale

La conception que l'on prétendait développer (par notre logiciel) ou susciter (par l'épreuve) est reliée au parcours de la courbure; il s'agit à notre avis d'une conception dynamique rattachée à une notion de courbure indépendante du rayon. Un parcours doit être fait (mouvement) pour savoir si nous avons une portion de cercle. L'épreuve aussi bien que le logiciel ne cherchent pas à développer une conception ponctuelle de la courbure du cercle; c'est toujours l'aspect global qui revient volontairement (le point n'apparaît nulle part ... l'étudiant utilise des morceaux (arcs) de cercle). Nous avons voulu susciter une certaine idée de courbure avec le logiciel (faire tourner un arc) et avec le casse-tête et nous avons peut-être développé cet aspect global (comme un tuyau que l'on plie ... est-il plié égal?) Même quand les étudiants superposent des morceaux du casse-tête c'est pour vérifier s'ils coïncident mais il ne leur vient pas à l'idée de le faire tourner par-dessus. Nous avons donc développé la conception de courbure dans un sens, celui d'une totalité qui ressemble à une autre totalité. Les sujets sont placés devant une courbe déjà faite, la caractéristique d'une courbure ponctuelle étant rattachée à une courbe qui se fait.

8. Commentaires

Evolution des conceptions

Il est difficile d'essayer de déterminer si la conception entre en jeu avant son utilisation car elle semble plutôt se développer simultanément et souvent d'une façon imprévue tout au long d'une épreuve. De plus, considérant que chaque réponse est l'aboutissement d'une chaîne de décisions rapides entraînant le choix d'une stratégie plutôt qu'une autre, chacune de ces décisions étant toujours prise à partir d'un ensemble différent de "conditions initiales", il est difficile de comparer la stratégie ultime ou finale des étudiants.

Il est intéressant de se demander en outre s'il y a un lien entre la stratégie utilisée par l'étudiant pour l'assemblage des trois couronnes et la stratégie utilisée pour dessiner le morceau manquant. De plus, si nous pouvons voir une stratégie à l'oeuvre, cela ne signifie pas qu'une autre stratégie n'est pas présente mais simplement qu'elle est mise en veilleuse peut-être, étant donné le genre d'épreuve.

Nous avons pu constater la présence de plusieurs conceptions du cercle chez les étudiants et cela est un résultat appréciable en soi. En effet, pour un professeur de mathématiques de niveau secondaire il est souvent naturel de penser qu'après un enseignement bien défini sur le cercle il ne subsiste chez l'étudiant qu'une seule perception de l'objet. Ce résultat est d'autant plus important que la conception qui semble prédominer spontanément est d'appréhender le cercle comme un tout d'une manière statique alors que l'enseignement favorise une conception ponctuelle dynamique et notre épreuve une conception globale dynamique.

Nous notons d'ailleurs une évolution de ces conceptions entre la première et la deuxième entrevue. Pour l'assemblage des morceaux notamment les étudiants que nous avons identifiés comme non-systématiques (la catégorie «autres») disparaissent presque totalement en secondaire-IV à la deuxième entrevue. Probablement que le fait que ce soit la deuxième fois que nous les soumettons à la même épreuve a un impact plus grand pour eux que pour ceux de secondaire-II. Mais c'est au niveau du dessin du morceau manquant qu'il y a le plus de changements. Là encore les étudiants identifiés dans la catégorie «autres» diminuent au moins de moitié aussi bien en secondaire-II qu'en secondaire-IV.

En secondaire-II alors qu'aucun n'utilisait le compas à la première entrevue il y en a sept (sur seize) dont deux comme deuxième stratégie à la seconde entrevue. Il y en a six (sur seize) dont quatre comme deuxième stratégie qui glissent un morceau à cette seconde entrevue alors qu'il n'y en avait que deux à la première. Nous pensons que l'enseignement de la géométrie et des transformations géométriques (translation, symétrie, rotation) au programme de secondaire-II entre les deux entrevues a eu un impact, de même que l'épreuve bien sûr.

En secondaire-IV il semble au contraire que nous avons délogé la conception institutionnelle puisque les étudiants qui utilisent le compas passent de dix sur seize à cinq sur douze et ceux qui glissent un morceau passent de un sur seize à cinq sur douze. Il n'y a aucun enseignement relatif au cercle au programme de secondaire-IV à ce moment sauf son équation canonique pour certains des plus forts peut-être.

Impact du logiciel sur le développement d'une conception

Il est difficile de préciser le rôle spécifique du logiciel dans cette évolution observée (et peut-être une évolution non-observée ...). Nous croyons que la conception de «l'homogénéité du cercle sous la rotation» n'est pas assez à l'esprit de l'étudiant pour déloger facilement le concept institutionnel basé sur le compas sauf pour les trois étudiants de secondaire-IV déjà mentionnés (ANNE, MART, NATH). Il est certain qu'ils ont pu assimiler davantage le logiciel avec deux fois une heure et au moins une semaine avant l'entrevue suivante mais peut-être qu'il est déjà tard pour vouloir développer des conceptions relatives à une notion déjà passablement institutionnalisée. Nous avons vu aussi qu'il n'est pas facile pour les étudiants de reproduire quelque chose qu'ils ont vu mais qu'ils n'ont pas fait à proprement parler. Cela montre toute la complexité reliée à l'objectif de vouloir mettre au point un logiciel en vue de développer l'utilisation spécifique d'une conception.

Le logiciel mis au point respecte le cadre théorique que nous nous sommes donné dans cette recherche. En effet, il ne vise pas un enseignement comme tel mais propose à l'étudiant une action sous forme de jeu en espérant qu'il en restera quelque chose au niveau des conceptions, des images mentales, réutilisable par la suite. Mais l'épreuve des couronnes n'était peut-être pas des plus appropriées pour permettre de réinvestir les acquis du logiciel. Les similarités entre le dessin du cercle tangent aux deux droites à l'aide de la manette de jeu circulaire et le dessin du morceau manquant à l'aide du glissement d'un morceau de la couronne ne sont pas aussi grandes que nous le pensions. Malgré cela SYLV demande de tracer les deux lignes comme dans le logiciel, DIAN se sert du pouce et de l'index des deux mains pour vérifier la circularité de la couronne comme au moment d'imaginer le cercle dans le logiciel, BENO mesure le diamètre avec un crayon comme il faisait dans le logiciel en précisant qu'il trouve l'épreuve plus difficile.

Il ne fait pas de doute que le logiciel a eu un impact et cela pourrait être grandement amélioré dans une autre recherche. La plupart de nos sujets pouvaient avoir à l'esprit ce qu'il faut faire sans être capable pratiquement de le faire, c'est-à-dire glisser un morceau de la couronne alors qu'ils n'ont pas le centre. Il serait possible d'améliorer le logiciel et d'imaginer une épreuve qui se rapproche davantage de ce logiciel. De toute manière on peut supposer qu'un logiciel peut favoriser le développement d'une conception sur le plan cognitif mais il est très délicat de vérifier cette acquisition par une épreuve subséquente. Nous espérons que ce travail permettra de progresser dans ce domaine en suscitant d'autres recherches.

Nous croyons que pour tenir compte des conceptions, au sens où nous l'entendons, il faut se placer dans une approche constructiviste comme nous le disions au début. De plus, nous croyons que les conceptions peuvent être considérées comme la base nécessaire au développement d'idées plus formelles apparaissant plus tard dans les programmes d'études.

Nous pouvons imaginer que les conceptions disparaissent au profit de concepts "puissants" mais nous pensons qu'il est primordial de développer des conceptions riches au stade du pré-concept, c'est-à-dire préalablement à l'apprentissage du concept formel.

BIBLIOGRAPHIE

- ARTIGUE M. et ROBINET J. (1981), "Conceptions du cercle chez des enfants de 8 à 10 ans" , Rapport de recherche, ed. I.R.E.M. Paris-Sud, Université Paris VII.
- ARTIGUE M. et ROBINET J. (1982), "Conceptions du cercle à l'école élémentaire", Recherches en Didactique des Mathématiques, Vol.3, no.1, pp. 5-64.
- BIALYSTOK, E. & OLSON, D.R. (1983). Spatial Categories: The perception and conceptualization of spatial relations. In S. Harnad (ed.), Categorical perception. Cambridge, Mass.: Cambridge University Press in press.
- GLASERSFELD, Ernst von (1984); Learning As a Constructive Activity; Dept. of Psychology; University of Georgia; USA
- JANVIER, Claude (1978). The Interpretation of Complex Cartesian Graphs Representing Situations - Studies and Teaching Experiment ; Ph.D. Dissertation. University of Nottingham, England
- JANVIER, Claude (1983); "Représentation et Compréhension. Un exemple: le concept de fonction"; Bulletin de l'A.M.Q.; oct. 1983
- VIENNOT, L.(1979); Le raisonnement spontané en dynamique élémentaire Hermann, Paris.

APPENDICE no.1

Définitions du cercle

DÉFINITIONS DU CERCLE

(selon Artigue & Robinet (1981) pp. 11-12 et (1982) pp. 15-16)

Dans les six premières définitions on se place dans un plan euclidien $\mathbb{I}$. La distance euclidienne est notée "d".

Une courbe est une application continue γ de $[0, 1]$ dans $\mathbb{I}$ quasi-injective. Le terme "quasi-injectif" signifie que la seule exception admise à l'injectivité est: $\gamma(0) = \gamma(1)$. Si $\gamma(0) = \gamma(1)$ on dit que la courbe est fermée.

Définition 1

Le cercle de centre 0 et de rayon R est l'ensemble des points du plan $\mathbb{I}$ situés à la distance R de 0.

Définition 2

On appelle cercle toute courbe plane fermée de classe C^2 de courbure algébrique constante.

Définition 3

On appelle cercle toute courbe plane homogène par isométrie.

Définition 4

On appelle cercle toute courbe plane admettant une infinité d'axes de symétrie (concourants).

Définition 5

Soit Γ une courbe fermée convexe (c'est-à-dire bord d'une partie convexe G de Π) admettant en tout point une tangente. Pour toute direction e , on désigne par a_e la borne supérieure des longueurs des segments de direction e contenus dans G . Γ est un cercle si:

- 1) a_e est la longueur d'un segment unique D_e de direction e inclus dans G , pour chaque direction e
- 2) tous les segments D_e sont concourants et ont même longueur.

Définition 6

Une courbe Γ de Π est un cercle si il existe un point O du plan et un réel λ positif ou nul tels que:

- 1) Γ détermine sur toute droite passant par O un segment de longueur λ ,
- 2) O soit le milieu de ce segment.

Définition 7

Le cercle est l'ensemble des points M tels que le rapport $AM:BM$ de ses distances à deux points fixes A et B soit constant.

Définition 8

Le cercle est la courbe fermée qui, pour une longueur donnée, enferme l'aire maximale.

Définition 9

Un cercle est une figure plane comprise par une seule ligne qu'on appelle circonférence et telle que toutes les droites menées à la circonférence d'un des points placés dans cette figure sont égales entre elles. (Euclide)

Définition 10

Une ligne en mouvement étant placée de telle sorte que deux de ses points A et B restent immobiles, un autre point quelconque C de cette ligne décrit une circonférence. (Leibniz)

Définition 11

La circonférence d'un cercle est une ligne courbe dont tous les points sont également distants d'un point intérieur qu'on appelle centre. (Legendre)

APPENDICE no. 2

Tableau général des résultats

Tableau général des résultats:

Ce tableau représente synthétiquement le résultat de l'analyse des procédures utilisées par les élèves dans l'épreuve des trois couronnes à la première entrevue en avril -86 (spécifiée par un "A" dans le tableau) et à la deuxième entrevue en juin -86 (spécifiée par un "B" dans le tableau). Les élèves de secondaire-II sont numérotés de 01 à 16 et ceux de secondaire -IV sont numérotés de 21 à 36.

Les élèves qui ont utilisé le logiciel sur les arcs de cercles ont leur nom suivi de deux étoiles (**) et les élèves de secondaire-IV qui n'ont pas été retenus pour la deuxième entrevue en juin-86 ont leur nom suivi de deux signe moins (--).

Les trois dernières colonnes de ce tableau concernent la stratégie utilisée par l'élève pour dessiner le morceau manquant d'une des trois couronnes, alors que le reste (les six premières colonnes) concernent l'assemblage des trois couronnes. Nous spécifions la stratégie d'un étudiant par un point gras (•) dans la colonne appropriée.

Lorsque l'élève a utilisé plus d'une stratégie, qu'il a modifié clairement sa façon de résoudre le problème en cours de route, nous avons numéroté sa démarche dans l'ordre où elle est apparue. Ainsi DONA**, au moment de dessiner le morceau manquant d'une couronne à la deuxième

entrevue, a commencé par utiliser le compas puis il a utilisé un morceau de la couronne par glissement en deuxième lieu. Cela se produit souvent à la deuxième entrevue de juin -86 pour le dessin du morceau manquant parce que nous avons ajouté la question: "Y a-t-il une autre façon de t'y prendre?"

Dans la colonne "Début" nous avons indiqué par quelle couronne l'élève a commencé l'assemblage des trois couronnes soit "G" pour la grande, soit "M" pour la moyenne, soit "P" pour la petite soit "T" pour les trois en même temps.

Enfin, dans la colonne "Résultat Final" nous indiquons ce qui était sur la table au moment d'interrompre l'élève dans son effort pour assembler les trois couronnes. Nous utilisons les codes suivants: "R" pour couronnes réussies, "E" pour couronnes échouées, "Ri" pour couronnes réussies mais incomplètes, "Ei" pour couronnes échouées et incomplètes et les chiffres 1,2,3 pour spécifier le nombre de couronnes.

**Figurabilité et procédures de
visualisation dans les
discours de vulgarisation
scientifique**

**par Daniel Jacobi
Département éducation permanente
INPSA Dijon**

***Séminaire sur la Représentation*
3 avril 1987 - n^o, 21**

Note: La publication de ce séminaire est rendue possible
grâce à une subvention du fonds FCAR.

Avertissement:

L'exposé, présenté par l'auteur le 3 avril 1987, s'intitulait: "L'analyse formelle du discours de vulgarisation scientifique". Il proposait quelques exemples tirés d'un corpus de textes de vulgarisation destinés à des enfants (1). Cinq points y ont été abordés:

1. La construction d'un corpus interdiscursif.
2. La sélection des termes-pivots et la paraphrase.
3. La reformulation des items cognitifs.
4. La figurabilité et les procédures de visualisation.
5. Les rapports avec le champ scientifique.

Les animateurs du séminaire ont demandé à l'auteur de développer plus particulièrement les problèmes de figurabilité. Ce compte rendu, demandé pour les cahiers du CIRADE, se limite à ce seul thème.

*Daniel Jacobi est maître-assistant au département éducation permanente de l'INPSA (Dijon, F.), Chercheur au CRELEF (Centre de Recherche en Linguistique et Enseignement du français), GS-CNRS (036) Université de Franche-Comté (BESANCON, F.)

1. Comment la fièvre est-elle expliquée aux enfants?

Cf. JACOBI, D. Parcours fièvre dans la littérature de vulgarisation destinée aux jeunes. Pratiques, 47, 1985.

Tout lecteur familier de la littérature scientifique a noté que l'illustration est une composante importante de ces documents. Les revues de vulgarisation scientifique (dorénavant VS) ne font pas exception: elles accordent une place importante à l'image. Dans les stratégies de sociodiffusion, cette intrication du linguistique et de l'iconique a probablement une fonction essentielle. Pourtant, en dépit de la multiplication des recherches sur les aspects textuels et linguistiques de la vulgarisation, rares sont les travaux qui ont essayé de rendre compte du rôle spécifique de l'imagerie.

L'iconographie du document de VS puise dans un large champ de ressources potentielles pour mobiliser ce que Mounin (1970) a appelé "les moyens permettant de communiquer sans recourir au langage articulé". Celui qui feuillette des collections de revues de vulgarisation relève à la fois la place importante occupée par le paratexte non-linguistique (entre le tiers et la moitié de l'aire scripturale) et la variété des grammaires d'images utilisées: symboles, dessins, cartes, photos, graphes, schémas, images artificielles construites par l'ordinateur..., tous les procédés connus (et même les plus nouveaux) sont utilisés. Face à cette multitude de ressources visuelles, l'observateur doit d'abord - tel un découvreur placé subitement devant un paysage nouveau - mettre un peu d'ordre et reconnaître quelles sont les grandes classes qui composent cette diversité (2).

J'ai proposé de distinguer cinq catégories différentes. Les plages visuelles du document de VS emprunteraient à une ou plusieurs de ces grammaires iconiques: il s'agit des systèmes de communication symboliques, de l'univers de la sémiologie graphique, des images produites par la science à l'aide d'un appareillage plus ou moins complexe, des mécanismes de schématisation et enfin de l'ensemble des procédures dites de visualisation. J'ai décrit ailleurs chacune de ces classes. Aussi aborderai-je ici seulement la dernière, sans doute la plus pertinente du discours de VS (et en tous cas la plus originale) lorsqu'on se préoccupe des mécanismes non-textuels de vulgarisation(3).

-
2. Cette recherche sur les plages visuelles constitue une partie de ma Thèse de Doctorat d'Etat. On en trouvera une version abrégée dans:
JACOBI, D. Textes et images de la vulgarisation scientifique, P. Lang, Berne (sous presse).
 3. JACOBI, D. Références iconiques et modèles analogiques dans des discours de VS
Information sur les Sciences Sociales, 4 (24).

Tardy (1975), analysant les fonctions de l'image, dit qu'elle peut, entre autres, fonctionner comme un *médiateur intersémiotique*. Cette notion est empruntée au linguiste Jakobson (1963) qui l'a isolée dans sa typologie des traductions. "Pour le linguiste, comme pour l'utilisateur ordinaire, le sens d'un mot n'est rien d'autre que sa traduction par un autre signe qui peut lui être substitué, spécialement par un autre signe "dans lequel il se trouve plus complètement développé" (...). Nous distinguons trois manières d'interpréter un signe linguistique, selon qu'on le traduit dans d'autres signes de la même langue, dans une autre langue, ou dans un système de symboles non-linguistiques". Il sépare: la traduction intralinguale (ou reformulation), la traduction interlinguale (traduction proprement dite), la traduction intersémiotique (ou transmutation) et il s'intéresse essentiellement à la seconde. Pour nous, c'est évidemment la troisième qui est importante et chacun conçoit aisément que, dans la perspective d'une vulgarisation-reformulation, cet axe soit essentiel.

J'appelle *procédures de visualisation* les ressources iconiques mobilisées par un vulgarisateur afin de rendre figurables des notions ou des concepts par essence abstraits. Pour dresser un catalogue de ces procédures, j'ai distingué trois registres distincts: la réification et l'animation, le détour par une figure rhétorique, la prise en considération de la figurabilité.

Réification & animation

Pour décrire cette première procédure, il convient de la distinguer de l'univers du schéma. Les spécialistes du schéma (Vezin, 1984) ont depuis longtemps relevé que son caractère figuratif (Vezin dit sa *concrétude*) confère une valeur pédagogique à ce type d'illustration. L'idée de schéma renvoie explicitement à un effort de représentation à vocation éducative qui tout en conservant une valeur de généralité (et même, au besoin, en la créant), apporte une valeur d'objectivation. "Il représente l'information sous la forme d'un objet"; il concrétise des informations. "Le schéma permet de parvenir à n'exprimer que l'essentiel, à se dégager de tous les détails inutiles; il permet d'atteindre une certaine abstraction, mais il garde un caractère concret grâce au fait qu'il s'agit d'une expression figurative", ajoute Vezin.

On conçoit aisément que des auteurs aient rapidement quitté le domaine de la reproduction plus ou moins analogique de l'objet pour utiliser les potentialités du schéma à d'autres fonctions: en donnant de l'idée une représentation concrète, il peut contribuer à transposer un concept sous une forme visuelle. D'une certaine façon, le schéma, par cette transposition, réifie l'abstrait. L'idée est exprimée sur le mode concret. Cette particularité est souvent utilisée par les pédagogues, soit pour expliquer, soit pour faciliter la mémorisation. Le schéma confère dans ce cas une valeur d'objectivation quitte à utiliser une représentation visuelle elle-même analogique ou (comme on le dirait de la peinture) non figurative.

On a assez souvent considéré qu'il s'agissait d'un des fondements de la démarche de vulgarisation: afin de se faire comprendre du plus grand nombre, le vulgarisateur (ou éventuellement l'illustrateur) est condamné à rechercher des références partagées par tous, enfants et adultes, hommes cultivés comme individus ignorants. Ces références, il ne peut donc les trouver que dans le vécu sensible, l'expérience commune la mieux partagée et donc la plus connue, c'est-à-dire la sienne propre. Cette tendance, dont Bally (1951) disait qu'elle constituait "une infirmité incurable de l'esprit humain", aboutit à retrouver la conception d'une nature "animée" où l'anthropocentrisme et le finalisme ont une valeur explicative primordiale.

Mais en outre, on a aussi considéré que l'animisation se rattachait à une autre préoccupation: celle de provoquer l'intérêt, de motiver le récepteur en lui offrant des images dans lesquelles il peut se reconnaître et même s'identifier. Ce courant rattacherait le lecteur de la VS, en dépit de sa culture et de la civilisation moderne, à "la mentalité de l'enfant ou de l'homme primitif": il resterait "semblable à lui-même à travers les siècles".

Cette tendance est particulièrement utilisée pour la représentation de l'infiniment petit (microbes, virus, bactéries) ou encore dans l'évocation de transformations ou réactions biochimiques. Se crée ainsi une très curieuse symétrie où l'infiniment petit acquiert une représentation animalière ou anthropomorphe, tandis que les êtres vivants sont comme avalés et miniaturisés pour mieux pouvoir explorer l'univers microscopique, symétrie très finement décrite et évoquée par Durand (1979) dans ce qu'il a nommé "le fantasme de l'avaleur avalé". Ou bien l'être vivant a avalé une extravagante faune qui grouille en lui et mène en son sein une vie autonome; ou bien, au contraire, il est avalé, redoublant ainsi l'image initiale et produisant son contraire, son double inversé. Comment en outre ne pas faire de rapprochement entre ces petits bonhommes, patatoides, nains aux corps ramassés et l'univers fantastique et merveilleux des gnômes, des lutins, des elfes, des génies dont la littérature (contes, légendes, mythes) est tout entière parcourue?

inanité. Mais en second lieu, elle semble favoriser l'identification anthropomorphe en rapprochant l'univers abstrait (des notions et concepts) du vécu sensible et perceptible.

Comme cette "mise en vie" des choses passe par le répertoire quasi-obligé de la gullivérisation, elle fait basculer l'illustration dans un univers largement dominé par la tradition folklorique du conte et dans celui des images propres à l'enfance. Elle introduit par là, dans l'univers de l'explication scientifique, une part de merveilleux, mais aussi de magique, d'irrationnel qui, bien entendu, paraît être à l'opposé du projet d'explication rationaliste.

Figure du discours et discours figuré

En fait, l'univers iconique n'est jamais vraiment effacé par les signes linguistiques: "chaque mot de la langue *fait image*" écrit Starobinski (1984). A chaque instant, on peut "dérober le langage articulé à sa fonction prosaïque de communication" et révéler en lui "un pouvoir qui l'excède, le pouvoir d'être vu et pas seulement lu-entendu; le pouvoir de figurer et pas seulement de signifier", explique pour sa part Lyotard (1978).

Jurdant (1969), l'un des premiers et perspicaces observateurs dans ce domaine, avait déjà relevé cette caractéristique de la vulgarisation comme "art de *faire produire* le sens par la langue en exploitant les possibilités d'équivalences qu'elle structure au niveau des signifiés". L'idée est ici que la figure de rhétorique (d'ordre langagier) se transforme en figure illustrée, indice d'une superposition trop évidente pour être dûe au hasard.

Cette idée a été également bien mise en évidence dans l'étude sur *Sciences et Vie* de Pracontal (1982), où l'auteur indique que l'un des procédés les plus efficaces du dessin de vulgarisation consiste "à prendre une image (verbale) à la lettre pour en tirer une image dessinée". Autrement dit, dans le document de VS, il s'agit de parvenir à faire voir ce que le texte donne à lire.

L'insistance avec laquelle beaucoup d'observateurs qualifient la VS de rhétorique, suggère d'en recenser les figures. Or le mot "figure" renvoie d'une part à l'univers de la rhétorique classique (et à tous les types de figures que distinguent les rhétoriciens) et, d'autre part, dans le domaine de l'édition et du livre, à l'univers de l'illustration qu'on continue de désigner comme un ensemble de figures. S'agit-il d'une convergence fortuite? d'une homonymie dommageable? ou au contraire de l'indice d'une superposition ou d'une complémentarité bien réelle et provoquée?

Dans la rhétorique classique, selon du Marsais, le trope est une figure par laquelle "on fait prendre à un mot une signification qui n'est pas précisément la signification propre du mot" et dans celle-ci, on distingue la métaphore, de la métonymie et de la synecdoque.

Nous évoquerons uniquement la métaphore et seulement d'un point de vue linguistique car une littérature fleuve a été publiée sur celle-ci. Rappelons brièvement ce qu'est la métaphore.

- a) Elle est directement issue des caractéristiques fondamentales de la langue. Les contraintes associatives (loi de la langue et de la syntaxe) conduisent à créer chez les destinataires un effet d'attente; ce sont ces contraintes syntagmatiques qui préparent le terrain de la métaphore: on s'attend à un terme, comme appelé par ce qui précède, et survient un autre terme que celui qui était attendu (par commutation paradigmatique).
- b) Depuis Fontanier (les Figures du discours) ré-édité par Genette (1968), le point de vue sur la métaphore a changé. Au lieu de considérer les figures comme des ornements ou effets décoratifs, on a mieux compris leur fonction rhétorique, c'est-à-dire leur fonction dans l'art de persuader. On a réactivé la figure comme mécanisme visant à conférer plus d'efficacité au discours.
- c) Enfin, Lacan (1966), reliant les écrits théoriques de Freud, a développé, parallèlement à cette conception, une approche très différente en saisissant ce qui, dans la métaphore, révèle du travail de l'inconscient. S'appuyant sur l'ambivalence de la langue, il a souligné le rôle privilégié de la métaphore dans l'apparition d'une pluralité du sens dont l'analyste peut se saisir.

En ce qui concerne le mécanisme proprement dit de la métaphore, on admet que la métaphore repose sur un effet de substitution qui allie, mais seulement quand elle fonctionne (i.e. qu'elle est neuve-vs convenue-) la surprise et la force évocatrice. Le scripteur utilise un autre mot en lieu et place de celui que le destinataire s'attendait à trouver; et ce mot, inhabituel, apporte du sens, enrichit l'expression, fait image ou, en tous cas, stimule l'imagination. La métaphore bouscule le langage ordinaire, elle déstabilise. C'est une substitution suggestive qui implicitement peut instaurer une comparaison.

La métaphore représente une "comparaison abrégée" selon l'expression de Darmesteter (édit. 1979). La comparaison et la métaphore, distinguées dans la rhétorique classique, pourraient représenter les deux étapes successives d'un même processus. La comparaison aurait pour fondement une métaphore, qu'elle développerait ou "filerait". Nombreux sont les philosophes et autres spécialistes des sciences humaines qui ont essayé de décrire les relations

entre concept et usage métaphorique dans la langue. Quelles que soient les explications proposées, l'important se situe cependant en ce que, peut-être plus que toute autre figure, la métaphore embraye le discours vers une transformation figurative qui stimule la visualisation.

Résumons brièvement ces remarques sur la métaphore qui, victime de son succès, tend à se confondre avec comparaison ou même analogie et recours à l'image. De ce panorama, il ressort:

- a) que la métaphore est d'abord un jeu du langage, de l'évocation instantanée;
- b) paradoxalement, que la visualisation est d'abord mentale avant d'être figurative. L'éditeur, le vulgarisateur et l'illustrateur peuvent prendre appui sur le modèle, sur l'analogie, sur la comparaison mais difficilement sur la métaphore. S'ils se risquent à le faire le résultat obtenu possède-t-il une valeur explicative?

Planche 3

Que faire de la métaphore

Science et vie, 763, avril 1987, p. 65

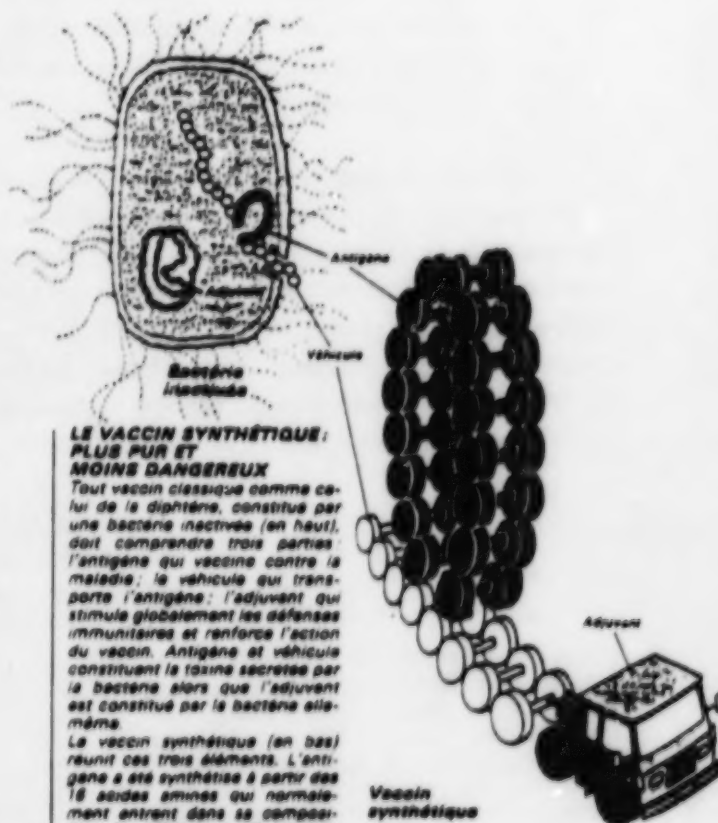
(dessin de C. Delplanque)

Voici un exemple relevé dans *Science et Vie*: il s'agit d'un document de P. Andeol, à propos de la fabrication des vaccins synthétiques, où l'illustrateur a tenté d'utiliser une métaphore pour illustrer le texte.

"Tout vaccin classique... doit comprendre trois parties: l'antigène qui vaccine contre la maladie, le véhicule qui transporte l'antigène, l'adjuvant qui stimule globalement les défenses immunitaires et renforce l'action du vaccin".

L'idée est de s'appuyer sur "véhicule", puisque la relative en "qui" introduit effectivement la comparaison avec l'idée de transport. Véhicule est une entité abstraite (ce qui sert à transporter en général ou encore un engin à roues destiné au transport, ainsi probablement le définirait-on). Le vulgarisateur dessine un véhicule, c'est-à-dire qu'il choisit l'un des exemples possibles de la série d'engins qui recouvre la notion de véhicule (autobus, automobile, autorail, avion, bateau, camion, locomotive...) Il est probable que dans cet exemple la représentation conventionnelle de l'antigène sous la forme d'un chapelet de billes a suggéré au dessinateur le train de roues. L'adjuvant est alors devenu (puisque "il stimule et renforce") "la cabine motorisée" et l'ensemble un camion-semi remorque qui transporte "l'antigène de 16 acides aminés".

La métaphore, contrairement aux idées convenues ont la vulgarisation, ne semble pas être une ressource fréquemment utilisée. Elle exige de toutes façons une transformation de la métaphore en une comparaison effectivement visualisable.



LE VACCIN SYNTHÉTIQUE: PLUS PUR ET MOINS DANGEREUX

Tout vaccin classique comme celui de la diphtérie, constitué par une bactérie inactivée (en haut), doit comprendre trois parties: l'antigène qui vaccine contre la maladie; le véhicule qui transporte l'antigène; l'adjuvant qui stimule globalement les défenses immunitaires et renforce l'action du vaccin. Antigène et véhicule constituant la toxine sécrétée par la bactérie alors que l'adjuvant est constitué par la bactérie elle-même.

Le vaccin synthétique (en bas) réunit ces trois éléments. L'antigène a été synthétisé à partir des 16 acides aminés qui normalement entrent dans sa composition. Le véhicule a été inventé: c'est une chaîne de lysine. Nous l'avons représenté par un train de roues qui porte l'antigène.

L'adjuvant a, lui aussi, été inventé. C'est un glycoprotéide. Comme il stimule l'action du vaccin, nous l'avons représenté par une cabine motorisée.

Ces trois éléments étant parfaitement neutres, le vaccin synthétique n'entraîne pas les réactions secondaires observées avec les vaccins classiques.

On s'aperçoit, avec cet exemple,

- a) que la métaphore utilisée est très convenue, presque banale;
- b) que le vulgarisateur doit transformer la métaphore en une comparaison systématique pour prétendre lui faire correspondre une représentation dessinée figurative et proche du concret connu. La métaphore est une ressource difficile à utiliser. Elle est d'abord, selon Denis (1982), une "image mentale" avant d'acquérir une quelconque concrétude.

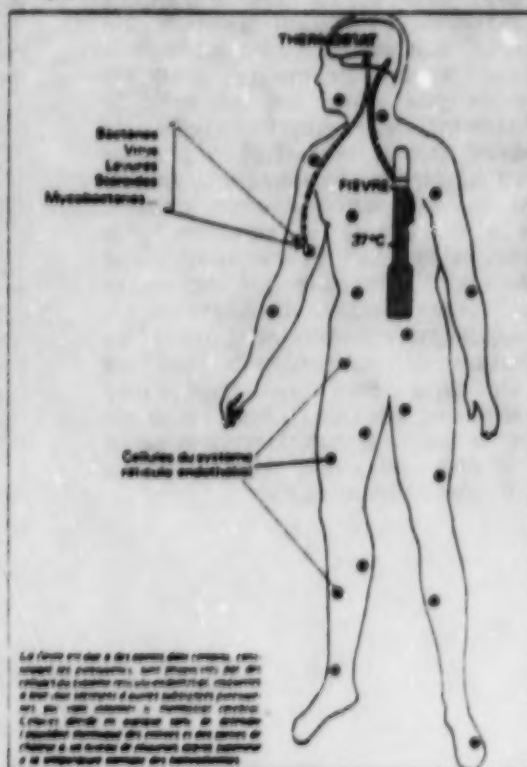
Si la métaphore ne représente pas toujours une ressource aisée de visualisation, tel ne semble pas être le cas de la comparaison, qui présente à la fois un plus grand degré de liberté et des possibilités de figuration fécondes. Cependant surgit très vite, pour celui qui s'intéresse aux sciences de la vie, le problème de la superposition entre analogie et modèle. En rapprochant modèle et analogie, je m'écarte de la critique souvent adressée à la VS; l'analogie est considérée comme illégitime au contraire du modèle dont on a souligné la valeur heuristique. Le recours au modèle serait pertinent dans la recherche. L'utilisation de l'analogie, pour sa part, relèverait d'une préoccupation explicative ou didactique.

Planche 4

De l'analogie au modèle

Sciences et Avenir, 371, janvier 1978, p. 68

Celui qui parcourt la littérature consacrée à expliquer ce qu'est la fièvre ne peut manquer de relever les références au thermostat hypothalamique qui régulerait la température corporelle. On peut interpréter ces références comme une comparaison fondée sur une analogie et qui pourrait ainsi devenir source de figurabilité: le thermostat, par exemple d'un chauffage central, est aussi un objet concret et familier. En fait l'emploi de thermostat n'est pas une comparaison outrancière de vulgarisateur mais une analogie sollicitée par la communauté des spécialistes. Dans ce cas c'est un modèle, dont la fonction est d'abord heuristique, qui devient secondairement ressource de figurabilité. Ce schéma est un document proposé par un des spécialistes (à des fins pédagogiques) et non par la création d'un illustrateur qui se serait appuyé sur l'analogie thermostat/fièvre.



Le détour par l'analogie est l'une des ressources des illustrations vulgarisées. Cependant on aurait tort de ne voir ici que le résultat d'un excès vulgarisateur. Comme l'a relevé Canguilhem (1979), le principe analogique est à ce point ancré dans la biologie, il "est si spontané et si implicite" qu'on risque d'en méconnaître la présence. On rencontre dans la langue spécialisée des biologistes, quantité de termes sous lesquels on peut retrouver la trace de la comparaison initiale qui leur a donné naissance. Le vulgarisateur a, somme toute, assez peu d'efforts à faire pour redonner vie à ce langage figuré ou à ces métaphores oubliées.

La prise en considération de la figurabilité

Les rapports entre la réalité (ce que nous désignons comme le référent) et le signe (linguistique ou iconique) sont de type triangulaire. La signification (ce qui est signifié au destinataire de la communication) est tributaire du signifiant (c'est-à-dire des images, figures ou discours) utilisés par l'auteur.

L'ensemble des procédures de visualisation représente le pôle du signifiant. Dans d'autres publications (4), j'ai montré qu'il tendait à se substituer au référent: dans la science, le donné sensible, le perçu n'est pas immédiat mais construit. La recherche scientifique extrait du réel une facette particulière; elle filtre le réel; elle rend visible - par la médiation de l'expérience - un aspect caché de la réalité qu'elle conceptualise..

Lorsque la notion (ou le concept) que l'auteur veut signifier n'est pas visualisable, celui-ci recourt à un détour langagier. C'est l'énoncé linguistique qui sert de médiateur et permet de construire une image. Les mots du texte deviennent une ressource figurale potentielle et l'illustration représente une reformulation visuelle, une transcription d'un système de signes dans un autre.

Je voudrais maintenant montrer que certaines images de la vulgarisation court-circuitent l'étape du détour langagier. Dans ce cas s'établit une réelle communication non-verbale, un système de *pensée visuelle* ou de pensée en images. L'auteur, pour exprimer le sens d'une notion ou d'un concept, recourt à une image, intuitive ou spontanée, inventée ou empruntée à une série, issue du potentiel d'images mentales... Ce faisant, il figurabilise un concept abstrait ou encore il prend en considération sa figurabilité.

4. JACOUIL, D. Figures et figurabilité de la science dans des revues de vulgarisation, Langages, 75, 1965.

La prise en considération de la figurabilité est une expression inventée par Freud (edit. 1967) pour décrire ce qu'il a appelé le travail du rêve. Ce travail psychique particulier représente l'une des rares descriptions de la transformation d'une idée en image. Elle est, selon Freud, le seul exemple connu de la manière dont "un matériel psychique passe d'une forme d'expression dans un autre" ou encore de la façon dont "une pensée qui existait sous la forme optative est remplacée par une image actuelle".

Rappelons que le travail du rêve comporte quatre opérations: la condensation, le déplacement, la prise en considération de la figurabilité et l'élaboration secondaire qui donne, en dernier lieu, une pseudo-cohérence à la construction onirique. La prise en considération de la figurabilité représente une condition qui oriente et organise la condensation et le déplacement: la pensée du rêve, inutilisable sous sa forme abstraite "fait place à une expression imagée et concrète", elle se transforme en un "langage pictural". Elle permet "de ramener l'abstrait à sa base concrète".

Par analogie avec le travail du rêve, j'ai considéré que dans la vulgarisation, le concept est transposé en image. De la même façon que le rêveur qui travestit une pensée latente en image (pour qu'elle franchisse la barrière de la censure), le vulgarisateur tente parfois de transposer le concept en une image, en une pensée visuelle, en un signifié figurabilisé. J'ai désigné par le terme de réaliste-grotesque, notion empruntée à Bakhtine (1970), ce type d'image. Les images réalistes grotesques représentent une catégorie originale, qui n'a aucun équivalent dans les discours scientifiques des spécialistes ou dans les documents à caractère didactique. Seule la VS, probablement par parenté avec d'autres types de magazines et avec l'iconographie publicitaire la plus créative, y recourt.

Planche 5

Le réalisme grotesque

La Recherche, 132, avril 1982, p. 479

Le développement d'un nouveau domaine de recherche: la chronobiologie suggère semble-t-il souvent la création d'images réalistes-grotesques. J'ai recensé une série d'illustrations du type de celle-ci: "votre organisme, dit la légende, ne réagit pas de la même manière suivant l'heure à laquelle un médicament est pris". Par le jeu de la condensation, du déplacement et de l'élaboration secondaire, le vulgarisateur recherche à visualiser les concepts de la chronobiologie qu'il figurabilise de manière réaliste et surprenante. On remarquera la parenté de toutes les procédures de visualisation décrites dans lesquelles le détour langagier contribue toujours à faire surgir l'image.



Figure 1. L'effet d'un médicament selon l'heure de la prise. Les cadrans de ces horloges sont gradués à l'heure. L'heure indiquée sur chaque cadran est celle à laquelle le médicament doit être pris. Les cadrans de ces horloges sont gradués à l'heure. L'heure indiquée sur chaque cadran est celle à laquelle le médicament doit être pris.

Les images réalistes grotesques sont à la fois réalistes et absurdes, surprenantes et grotesques, ressemblantes et invraisemblables... Elles provoquent chez le lecteur un sentiment d'inquiétante étrangeté. Elles bousculent l'ordinaire du regard. La représentation, toujours ambivalente, qu'elles proposent, peut s'interpréter de plusieurs façons mais conserve un caractère trivial, grossier même.

C'est ici que la référence à Bakhtine prend son sens: il montre en effet, à propos de l'oeuvre de Rabelais, que la force de celle-ci provient de sa référence aux sources populaires. Elles lui procurent "son système d'images et sa conception artistique". L'oeuvre de Rabelais est toujours débordante du "principe de la vie matérielle et corporelle: images du corps, du manger et du boire, de la satisfaction des besoins naturels, de la vie sexuelle". Ces images sont toujours excessives, énormes, hypertrophiées: elles relèvent du réalisme grotesque. Cette culture n'a de cesse qu'elle parvienne à réduire, à transformer par la parodie, tout ce qui est élevé, spirituel en sa dimension la plus basement matérielle et corporelle. Le bouffon mime le cérémonial chevaleresque au plan le plus terre à terre à l'interprète en termes de réponses à des besoins physiologiques ordinaires, grossiers et même orduriers; il les installe volontairement au plan du quotidien, du familial, les déplace en les transformant par correspondance; tous les traits

désintéressés d'élévation de l'âme sont subitement condensés en un état trivial sous lequel ils se somatisent avec dérision.

Cette capacité à créer un "second monde", parallèle au monde officiel dominé par les classes élevées, est une tradition, explique Bakhtine, essentiellement populaire, qui puise ses racines dans les fêtes païennes du monde antique, s'actualise au Moyen-Age dans le carnaval et les fêtes populaires, et demeure toujours présente dans les usages populaires contemporains dans toutes les manifestations du rêve et de la dérision. La fête et le carnaval sont des moments intenses où la foule communie sans retenue, où les barrières s'effacent, temps dérisoire et permissif où peut s'exprimer une culture complètement opposée à celle de l'ordre établi. Cette culture, le peuple peut se l'approprier, il en est le gardien: "En quelque sorte, le langage familier est devenu le déversoir où s'accumulent les divers phénomènes verbaux interdits et évincés de la communication officielle".

Finalement, l'oeuvre romanesque se construit sur une opposition entre le haut et le bas, le spirituel et le matériel. Et cette opposition devient une topographie d'images: le discours développe des images où le bas du corps, les organes sexuels, les fesses, les parties génitales, l'estomac, le ventre, le derrière... toutes celles qui enracinent cosmiquement l'homme dans la terre sont dominantes. Ce nouvel imaginaire est une réplique du monde officiel et il dispose d'une grande force, d'une capacité extraordinaire à être compris viscéralement, sans retenue.

L'image réaliste grotesque est donc une ressource particulière de la vulgarisation scientifique. Pour résumer les règles qui président à son élaboration, je dirai qu'elle obéit à cinq grandes tendances.

- a) La traduction en image s'opère par condensation de plusieurs notions et concepts en une seule figure. Il y a fusion en un tout composite de plusieurs notions scientifiques éparses et disjointes dans l'énoncé.
- b) En second lieu, cette traduction préfère toujours utiliser une syntaxe équivoque. Au besoin elle substitue certains termes de l'énoncé à d'autres qui, par leur ambiguïté, offrent davantage de possibilités de figurations.
- c) Autre tendance, la transcription s'appuie sur les répertoires symboliques, fondements anthropologiques et culturels de l'imaginaire social.
- d) L'ensemble du processus manifeste une tendance à la régression, à une sorte de retour vers des traits archaïques, primitifs, propres à l'univers des souvenirs d'enfance.

- e) Enfin la transposition rappelle très fortement le changement de registre opéré dans la culture populaire entre l'idéal et le trivial. Cette dernière caractéristique où le spirituel, ce qui élève l'homme, est singé au plan terre à terre des fonctions matérielles et corporelles, n'est pas sans rappeler la tradition de parodie du bouffon et de dérision du carnaval.

La préoccupation de disposer d'une imagerie est un souci permanent du vulgarisateur. Mais elle répond à des motivations diverses, pour ne pas dire contradictoires: orientation didactique peut-être, volonté de provoquer des lectures diversifiées, règles de mise en page ou encore volonté d'accroche...

Le concept de figurabilité apparaît comme le dénominateur commun de toutes les procédures de visualisation mises en oeuvre par les principales revues de vulgarisation. Mais cette convergence de production cache des disparités importantes. L'image peut constituer un système de reformulation au plan visuel de connaissances scientifiques et pour cela elle utilise des procédures que nous avons décrites: la réification et l'animation, le détour rhétorique, le réalisme grotesque. Mais elle puise aussi largement dans l'imagerie scientifique qu'elle recontextualise, détourne et apprivoise pour qu'elle devienne un outil de divulgation. Or cette imagerie scientifique a un statut différent: preuve, ou nouvelle représentation, elle visualise une étape de l'élaboration de la connaissance. Dans ce cas, l'imagerie que les revues de VS empruntent à la science ne fait que révéler, non pas les limites de la vulgarisation mais celles de la connaissance scientifique.

Des exemplaires du présent document sont en vente à l'adresse suivante:

Centre Interdisciplinaire de Recherches sur
L'Apprentissage et le Développement en Education
Université du Québec à Montréal
C.P. 8888, Succ. A, G-3125
Montréal, Québec
H3C 3P8

Pour commander, remplir le formulaire de réquisition apparaissant à la dernière page du document.

Publié par le Centre Interdisciplinaire de Recherches
sur l'Apprentissage et le Développement en Education
Université du Québec à Montréal
Conception graphique: Placette Proulx
